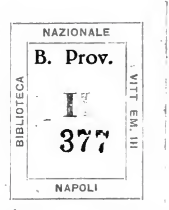
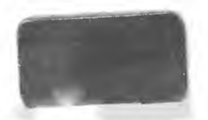
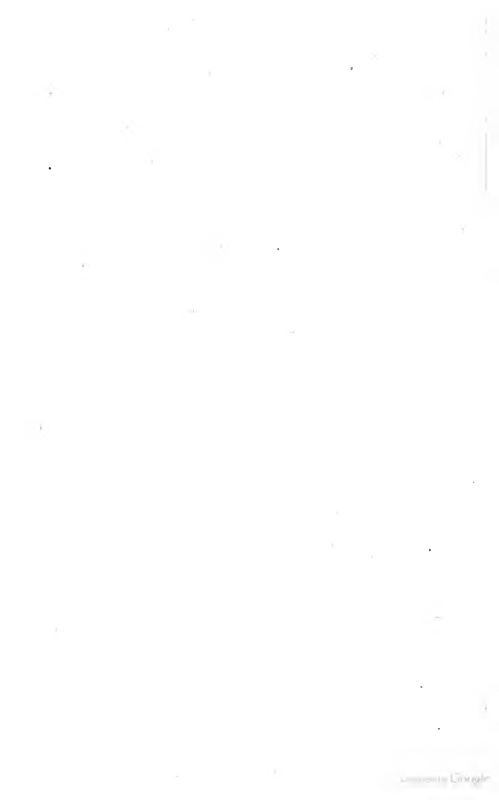



FONDO PIZZOFALCONE


NAZIONALE
B. Prov.
BIBLIOTECA
VITT EM. III
I
377
NAPOLI


BIBLIOTECA PROVINCIALE
Armadio
Palchetto
Num.° d' ordine





EXPOSITION ET HISTOIRE

DES

PRINCIPALES DÉCOUVERTES

SCIENTIFIQUES MODERNES.





Paris. — Imprimerie de L. Martinet, rue Mignon, 2.

EXPOSITION ET HISTOIRE

DES

PRINCIPALES DÉCOUVERTES

SCIENTIFIQUES MODERNES

PAR

LOUIS FIGUIER

Docteur ès sciences, docteur en médecine, agrégé de chimie
à l'École de pharmacie de Paris.

Quatrième édition.

TOME DEUXIÈME.

Photographie.
Télégraphie aérienne et électrique.
Galvanoplastie et dorure chimique.
Planète Le Verrier.

PARIS

LANGLOIS ET LECLERCQ, RUE DES MATHURINS-SAINT-JACQUES, 10. | VICTOR MASSON, PLACE DE L'ÉCOLE-DE-MÉDECINE, 17.

M DCCC LV.





EXPOSITION ET HISTOIRE

DES

PRINCIPALES DÉCOUVERTES

SCIENTIFIQUES MODERNES.

LA PHOTOGRAPHIE.

Il y a bien des motifs divers pour aimer, pour admirer cette invention brillante de la photographie, qui sera l'honneur de ce siècle et la gloire de notre patrie. Mais parmi les titres si nombreux qui la désignent à nos hommages, il en est un qui frappe surtout : c'est le témoignage éclatant qu'elle a fourni de la puissance et la haute portée des sciences physiques de notre époque. Si l'on demandait quelque preuve irrécusable de la valeur des méthodes scientifiques actuelles et des résultats auxquels peut conduire leur application bien entendue, il ne faudrait pas chercher cette preuve ailleurs que dans la découverte de la photographie et dans la série admirable de ses perfectionnements successifs. Où trouver, en effet, un plus merveilleux enchaînement de créations fécondes ? Il y a trois siècles, un physicien napolitain, Jean-Baptiste Porta, imagina la cham-

bre obscure. En plaçant une lentille convergente au-devant de l'orifice percé sur l'une des parois d'une boîte fermée de toutes parts, on obtenait, sur un écran placé à l'intérieur, la reproduction exacte de toutes les vues environnantes. Dans cet espace étroit, venaient se peindre, avec une fidélité et une précision extraordinaires, le spectacle changeant, les aspects variés du paysage extérieur. Mais ces tableaux si parfaits n'étaient qu'une fugitive empreinte qui s'évanouissait avec la clarté du jour. Trois siècles durant, on les considéra d'un œil d'envie, avec le regret de n'en pouvoir fixer la trace éphémère : le petit nombre de physiciens qui, dans ce long intervalle, avaient essayé d'aborder un tel problème, avaient reculé tout aussitôt, effrayés et comme honteux de leur audace. Plus tard, la chimie naissante vint s'exercer à son tour sur cet objet difficile : l'illustre Humphry Davy tenta de mettre à profit, pour fixer les images de la chambre obscure, la modification chimique que les composés d'argent subissent au contact des rayons lumineux. Malgré les ressources de son génie si pénétrant, Davy fut contraint d'abandonner l'entreprise. Tout espoir sous ce rapport semblait donc à jamais perdu, lorsque tout d'un coup un bruit étrange circula parmi les savants. Un homme s'était rencontré qui avait résolu le problème extraordinaire de fixer à jamais les dessins de la chambre obscure. Cet homme, cet artiste habile s'il en fut, c'était Daguerre. Jamais la science n'avait remporté une aussi brillante victoire, jamais preuve aussi merveilleuse de son pouvoir n'était venue s'offrir à l'admiration de tous. Personne n'a oublié le concert d'acclamations enthousiastes qu'excita l'annonce de cette découverte imprévue. Tout n'était pas dit néanmoins, car bientôt la rapide série des perfectionnements apportés à l'art photographique vint ajouter encore à l'admiration qu'avaient provoquée ses débuts. Quand les produits du daguerréotype furent connus pour la première fois, c'est à peine si l'on osait s'attendre à les voir s'enrichir de

quelques progrès importants. Cet étrange problème de fixer l'image des objets extérieurs par l'action spontanée de la lumière paraissait alors résolu d'une manière si complète, qu'exiger des perfectionnements nouveaux semblait à cette époque une injustice et comme une offense envers le génie de l'inventeur. Cependant les améliorations progressivement apportées à la méthode primitive changèrent peu à peu la face entière de la photographie, de telle sorte que les résultats obtenus à l'origine ne devaient plus être considérés que comme les ébauches de l'art. Les épreuves qui, au début, exigeaient un quart d'heure d'exposition à la lumière, purent s'obtenir en quelques secondes. L'empreinte du dessin photographique, d'abord si légère et si fugace, que le souffle d'un enfant aurait suffi pour l'enlever, fut bientôt fixée d'une manière inaltérable. Le miroitement métallique, qui ôtait tant de charme à ces images, disparut en grande partie, et le trait acquit en même temps une netteté incomparable. Grâce aux procédés électro-chimiques, l'or, le cuivre ou l'argent, déposés en minces pellicules, prêtèrent des tons séduisants à ces tableaux. La galvanoplastie donna les moyens d'en former, sur une plaque de cuivre, de curieuses reproductions, et bientôt les plaques daguerriennes, transformées en planches propres à la gravure, permirent de multiplier ces types inimitables. Enfin, cet art déjà si merveilleux est entré, depuis quelques années, dans une phase nouvelle. Le vœu, tant de fois exprimé, d'obtenir sur le papier les images photographiques, a été rempli avec un entier bonheur, et la découverte de procédés irréprochables pour l'exécution de la photographie sur papier est venue marquer notre dernier pas dans cette carrière d'inventions inattendues. Rien n'est plus propre à donner une idée exacte de la haute portée de nos sciences physiques que cette rapide et brillante série de créations successives qui, en quelques années, ont conduit la photographie à des résultats qu'il était à peine permis de

soupçonner au début. Cette découverte, la plus remarquable de notre siècle, est encore celle qui fait le mieux apprécier le pouvoir et les ressources de la science contemporaine. Tel est aussi le double motif qui nous porte à présenter avec une certaine étendue les faits qui la concernent. Rappeler les circonstances qui ont présidé à la découverte de la photographie, faire connaître les perfectionnements divers qu'elle a reçus depuis son origine, indiquer son état présent, signaler, enfin, les derniers problèmes qu'elle doit résoudre, tel est l'objet que nous avons à remplir pour cette Notice.

CHAPITRE PREMIER.

Travaux de Joseph Niepce. — Sa méthode pour la fixation des images de la chambre obscure. — Association de Niepce et Daguerre. — Mort de Joseph Niepce. — Travaux de Daguerre. — Communication de la découverte de Daguerre à l'Académie des sciences de Paris.

La création de la photographie appartient à deux hommes dont les travaux et le rôle respectifs, dans cette grande découverte, sont nettement établis : Niepce a, le premier, trouvé le moyen de fixer, par l'action chimique de la lumière, l'image des objets extérieurs; Daguerre a perfectionné les procédés photographiques de Niepce, et imaginé dans son ensemble la méthode générale actuellement en usage.

Né à Châlon-sur-Saône, en 1765, Joseph-Nicéphore Niepce était fils de Claude Niepce, écuyer, receveur des consignations au bailliage de Châlon. Élevé dans une certaine aisance, il avait atteint l'âge de vingt-sept ans sans trop se presser de choisir une profession. La carrière des armes offrait seule alors aux âmes tranquilles et aux esprits philosophiques le moyen d'évi-

ter le triste spectacle des désordres qui bouleversaient la patrie: Niepce chercha dans la vie des camps cette paix morale que la guerre civile avait chassée du foyer. Il fit, avec le grade de sous-lieutenant, une partie de la campagne d'Italie. Au bout de deux ans, les fatigues d'une maladie l'obligèrent de quitter l'armée. Nommé, en 1794, administrateur du district de Nice, il conserva jusqu'en 1801 cette place qui convenait à la modération de ses goûts. Il rentra à cette époque dans sa ville natale. Son frère aîné, Claude Niepce, ne tarda pas à l'y rejoindre. Possédant dans les arts mécaniques des connaissances étendues, mais d'un caractère aventureux et mobile, ce dernier revenait en France après avoir couru les mers et visité les deux hémisphères. Il ne rapportait de ses longs voyages qu'un riche tribut de savoir et un goût prononcé pour les travaux de l'industrie. Doués des mêmes inclinations, animés des mêmes vues, les deux frères se réunirent pour tirer parti de leurs mutuelles connaissances; ils s'établirent sur le domaine patrimonial, dans une petite maison de campagne située aux bords de la Saône, aux environs de Châlon, et s'adonnèrent en commun à des recherches de science appliquée. Entre autres machines intéressantes ou utiles, les frères Niepce construisirent, en 1806, un appareil mécanique qu'ils désignaient sous le nom de *pyréolophore*, dans lequel l'air brusquement chauffé devait produire les effets de la vapeur. Fondé sur le principe même de la *machine d'Ericson*, qui occupe en ce moment l'attention des mécaniciens, cet appareil fut l'objet, à l'Institut, d'un rapport flatteur de Berthollet et de Carnot. Les frères Niepce s'occupèrent plus tard de la construction d'une machine hydrostatique nouvelle, qu'ils abandonnèrent cependant pour d'autres études. Le pastel, qu'ils cultivaient en grand dans leur domaine, leur donna ensuite l'occasion de préparer avec cette plante une matière colorante identique avec l'indigo des Indes, question d'une haute impor-

tance à une époque où la guerre extérieure privait le commerce français des produits coloniaux. Enfin, une invention des plus précieuses pour les beaux-arts vint changer la direction des travaux de Joseph Niepce. La lithographie venait d'être importée en France, et cet art curieux fixait au plus haut degré l'attention générale. Partout on fouillait les carrières pour y trouver du calcaire lithographique. Saisi pour cet art nouveau d'un engouement qui dura plus de dix années, le public recherchait avec empressement les produits, encore fort imparfaits, sortis des mains des artistes. Les amateurs eux-mêmes s'essayaient à ces procédés intéressants, et jusque dans les châteaux on trouvait des presses lithographiques. Niepce fit divers essais de reproduction sur quelques pierres d'un grain délicat destinées à être jetées sur la route de Lyon. Ces tentatives ayant échoué, il imagina de substituer à la pierre un métal poli. Il essaya de tirer des épreuves sur une lame d'étain avec des crayons lithographiques, et c'est dans le cours de ces recherches qu'il conçut l'idée d'obtenir sur une plaque métallique la représentation des objets extérieurs par la seule action des rayons lumineux.

Par quelle série de transitions mystérieuses Niepce fut-il conduit, en partant de simples essais lithographiques, à aborder le problème le plus compliqué, le plus inaccessible peut-être de la physique de son temps? La question serait bien difficile à éclaircir. Niepce était fort éloigné d'être ce que l'on nomme un savant. Il appartenait à cette classe d'infatigables chercheurs qui, sans trop de connaissances techniques, avec un bagage des plus minces, s'en vont loin des chemins courus, par monts et par vaux, cherchant l'impossible, appelant l'imprévu, invoquant tout bas le dieu Hasard; Niepce, pour tout dire, était un demi-savant. La race des demi-savants est assez dédaignée, l'ignorance surtout aime à l'accabler de ses mépris; cependant il est peut-être bon de n'en pas trop médire : les demi-savants

font peu de mal à la science, et de loin en loin ils ont des trouvailles inespérées. Précisément parce qu'ils sont malhabiles à apprécier d'avance les éléments infinis d'une difficulté scientifique, ils se jettent du premier coup tout au travers des difficultés les plus ardues, ils touchent intrépidement aux questions les plus élevées et les plus graves, comme un enfant insouciant et curieux touche, en se jouant, aux ressorts d'une machine immense, et parfois ils arrivent ainsi à des résultats si étranges, à de si prodigieuses inventions, que les véritables savants en restent eux-mêmes confondus d'admiration et de surprise. Ce n'est pas un savant qui a découvert la boussole, c'est un bourgeois du royaume de Naples. Ce n'est pas un savant qui a découvert le télescope, ce sont deux enfants qui jouaient dans la boutique d'un lunetier de Middlebourg. Ce n'est pas un savant qui a réalisé les applications pratiques de la vapeur, ce sont deux ouvriers du Devonshire, le serrurier Thomas Newcomen et le vitrier Jean Cawley; et l'illustre James Watt, qui porta la machine à vapeur au degré de perfection qu'elle possède aujourd'hui, n'était, lorsqu'il commença de s'occuper de son étude, qu'un pauvre fabricant d'instruments de la ville de Glascow. Ce n'est pas un savant qui a découvert la vaccine, ce sont des bergers du Languedoc. Ce n'est pas un savant qui a imaginé la lithographie, c'est un chanteur du théâtre de Munich. Il est donc prudent de ménager un peu cette race utile des demi-savants. C'est peut-être parce que Niepce n'était qu'un demi-savant que la photographie existe. Assurément, si Niepce eût été un savant complet, il n'eût pas ignoré qu'en se proposant de créer des images par l'action chimique de la lumière, il se posait en face des plus graves difficultés de la science; il se fût rappelé qu'en Angleterre l'illustre Humphry Davy, le patient Wedgewood, après mille essais infructueux, avaient regardé le problème comme insoluble. Le jour où cette pensée audacieuse entra dans son esprit, il l'eût donc reléguée aussitôt

à côté des rêveries de Wilkins ou de Cyrano de Bergerac; il eût tout au plus poussé un soupir de regret et passé outre. Heureusement pour la science et les arts, Niepce n'était savant qu'à moitié. Il ne s'effraya donc pas trop des difficultés qui l'attendaient. Il ne pouvait guère prévoir que cette question, en apparence si simple, lui coûterait vingt années de recherches, et que la mort le surprendrait avant qu'il eût reçu la récompense et la satisfaction légitime de ses travaux.

Les essais photographiques de Niepce remontent à l'année 1813; c'est dans les premiers mois de 1814 qu'il fit ses premières découvertes. 1814! cette date ne suffit-elle pas à elle seule pour montrer avec quelle passion ardente il a suivi la série de ses travaux? L'empire est menacé, le pays en feu, le sol en proie à l'invasion étrangère, toute l'Europe se réunit pour nous accabler; cependant il y a quelque part, derrière la Saône, un homme que le bruit de ces agitations immenses est impuissant à détourner de sa tâche. Que lui font à lui et les nations qui s'ébranlent et l'empire qui tombe; il a de bien autres sollicitudes: sur sa plaque il a aperçu aujourd'hui les premiers linéaments d'une image. Autour de lui tout s'agite, partout le trouble et l'anxiété, nul ne sait ce que la France sera demain. « Le soleil de demain éclairera-t-il le triomphe ou l'asservissement de la patrie? » Voilà ce que tous les cœurs se demandent avec mille angoisses. Lui, tranquille au sein de tant d'alarmes, il se dit seulement: « Le soleil de demain impressionnera-t-il la combinaison nouvelle que j'ai trouvée hier? » Dans une notice qu'il a publiée sur cette question, M. Niepce fils a pris la peine de nous prouver que les recherches de son père remontent à l'année 1813. Gardez vos preuves, elles sont inutiles; il fallait bien que les travaux de ce terrible inventeur fussent antérieurs à 1814, puisque même les événements de cette année néfaste ne suffirent point à suspendre sa marche.

Quant aux principes de ses procédés photographiques, ils

étaient d'une simplicité remarquable. Niepce savait ce que savent tous les peintres, qu'une certaine substance résineuse de couleur noire, le bitume de Judée, exposée à l'action de la lumière, s'y altère promptement. Voici comment il tira parti de cette propriété. Il s'occupa d'abord d'un objet assez insignifiant en apparence, mais qui avait l'avantage de préparer et d'éprouver les procédés pour l'avenir : il s'appliqua à reproduire des gravures. Il vernissait une estampe sur le *verso*, pour la rendre plus transparente, et l'appliquait sur une lame d'étain préalablement recouverte d'une couche de bitume de Judée. Les parties noires de la gravure arrêtaient les rayons lumineux; au contraire, les parties transparentes ou qui ne présentaient aucun trait de burin, les laissaient passer librement. Les rayons lumineux, traversant les parties diaphanes du papier, allaient blanchir la couche de bitume de Judée appliquée sur la lame métallique, et l'on obtenait ainsi une reproduction fidèle du dessin, dans laquelle les clairs et les ombres conservaient leur situation naturelle. En plongeant ensuite la lame métallique dans l'essence de lavande, les portions du bitume non impressionnées par l'agent lumineux étaient dissoutes, tandis que les parties modifiées par la lumière restaient sans se dissoudre; l'image se trouvait ainsi mise à l'abri de l'action ultérieure des rayons lumineux.

Mais la copie des gravures n'était qu'une opération d'un intérêt secondaire, ce n'était qu'un prélude; le problème photographique consistait à reproduire les dessins de la chambre obscure. Tout le monde connaît la chambre obscure. C'est une sorte de boîte fermée de toutes parts, dans laquelle la lumière s'introduit par un petit orifice. Les rayons lumineux émanant des objets placés au dehors s'entrecroisent à l'entrée, et produisent, sur un écran disposé à l'intérieur de la boîte, une représentation en raccourci de ces objets. Pour donner plus de champ à l'image, et pour en augmenter la netteté, on place

devant l'orifice lumineux une lentille convergente. C'est donc là véritablement un œil artificiel dans lequel viennent se peindre toutes les vues extérieures. Ces images, il fallait les fixer; la chambre obscure est un miroir, de ce miroir il fallait faire un tableau.

En 1824, Niepce résolut ce problème, au moins dans son principe général. Le procédé qui lui permit de fixer les dessins de la chambre noire était fondé sur la même action chimique qu'il avait appliquée à la copie des gravures ; il reposait sur ce fait, que le bitume de Judée, exposé pendant un certain temps aux rayons lumineux, se modifie de telle manière que les parties que la lumière a frappées deviennent insolubles dans certains liquides, et notamment dans l'essence de lavande, tandis que les parties non touchées par la lumière conservent la propriété de se dissoudre dans cette essence. Quant à la pratique de l'opération, Niepce procédait de la manière suivante. Il appliquait une couche de bitume de Judée sur une lame de *plaqué* ou cuivre recouvert d'argent; ainsi préparée, la planche était placée dans la chambre noire, et l'on faisait tomber à sa surface l'image transmise par la lentille de l'instrument. Au bout d'un temps assez long, la lumière avait agi sur la surface sensible. En plongeant alors la plaque dans un mélange d'essences de lavande et de pétrole, les parties de l'enduit bitumineux que la lumière avait frappées restaient intactes, tandis que les autres se dissolvaient. On obtenait ainsi un dessin dans lequel les clairs correspondaient aux clairs, et les ombres aux ombres; les clairs étaient formés par l'enduit blanchâtre de bitume, les ombres par les parties polies et dénudées du métal, les demi-teintes par les portions du vernis sur lesquelles le dissolvant avait partiellement agi. Comme ces dessins métalliques n'avaient qu'une médiocre vigueur, Niepce essaya de les renforcer en exposant la plaque à l'évaporation spontanée de l'iode ou aux vapeurs émanées du sulfure de potasse, afin de pro-

duire un fond noir sur lequel les traits se détacheraient avec plus de fermeté ; mais il ne réussit qu'incomplétement à obtenir ce résultat.

L'inconvénient capital de ce moyen, c'était le temps considérable qu'exigeait l'impression lumineuse. Le bitume de Judée est une substance qui ne se modifie par l'action de la lumière qu'avec une lenteur excessive ; il ne fallait pas moins de dix heures pour produire un dessin. Pendant cet intervalle, le soleil, qui n'attendait pas le bon plaisir de cette substance paresseuse, déplaçait les lumières et les ombres avant que l'image fût entièrement saisie. Ce procédé était donc fort imparfait ; cependant le problème photographique était, comme on le voit, résolu dans son principe.

Niepce put dès lors s'occuper d'appliquer sa découverte à l'art de la gravure ; car tel était, il faut bien le remarquer, le but qu'il se proposait dans ses travaux. Il n'eut pas de peine à y réussir ; en attaquant ses plaques par un acide affaibli, il creusait le métal en respectant les traits abrités par l'enduit résineux ; il formait ainsi des planches à l'usage des graveurs. Il avait donc à peu près résolu le problème qu'il s'était posé vingt ans auparavant, et qui consistait à créer une branche nouvelle de la typographie, supérieure à la lithographie et à la gravure, dans laquelle la lumière seule produirait directement, sur une plaque métallique, un dessin qu'il suffirait ensuite d'attaquer par un acide, pour rendre la plaque immédiatement propre au tirage typographique. Niepce désignait ce nouveau procédé de gravure sous le nom d'*héliographie* (1). M. Lemaître, à qui Niepce avait confié le tirage de ses planches, possède encore quelques gravures de ce genre ; elles sont loin d'être imparfaites.

(1) Voyez à la fin du volume (Note I) la description du procédé *héliographique* de Niepce, telle qu'il l'a donnée lui-même.

Cependant, à l'époque où Niepce voyait réussir ses travaux photographiques, il y avait à Paris un homme que le genre tout spécial de ses connaissances et la nature de ses occupations habituelles avaient conduit à s'occuper de recherches analogues : c'était Daguerre. Peintre habile, il était depuis longtemps connu des artistes, mais il ne s'était guère occupé que de décorations de théâtre. Les toiles remarquables qu'il avait composées pour l'Ambigu, et plus tard pour l'Opéra, lui avaient fait en ce genre une sorte de célébrité. Il avait surtout fondé sa réputation par l'invention du *Diorama*. On connaît les effets remarquables qu'il avait réussi à produire en représentant sur une même toile deux scènes différentes, qui apparaissaient successivement sous les yeux des spectateurs par de simples artifices d'éclairage. *La Messe de minuit*, *l'Éboulement de la vallée de Goldau*, *la Basilique de Sainte-Marie*, et quelques autres toiles qui furent consumées dans l'incendie du Diorama, en 1839, ont laissé de précieux souvenirs dans la mémoire des artistes. Ces études si spéciales du jeu et des combinaisons de la lumière avaient amené Daguerre à entreprendre de fixer les images de la chambre obscure. Toutefois, malgré des recherches persévérantes, il n'avait encore rien trouvé, lorsqu'il apprit que dans un coin ignoré de la province, on avait résolu ce difficile problème.

Voici comment s'établirent les premiers rapports entre les deux inventeurs de la photographie. Les difficultés que Niepce rencontrait dans l'exécution de ses empreintes photographiques tenaient surtout à l'imperfection des chambres obscures que l'on possédait à cette époque. En 1825, MM. Vincent et Charles Chevalier ayant inventé le *prisme ménisque*, perfectionnement important de cet appareil optique, Niepce chargea l'un de ses parents qui traversait Paris, de faire pour lui l'acquisition de ce prisme. « Dans les premiers jours de janvier 1826, dit M. Isidore Niepce, dans la courte notice qu'il a consacrée

en 1841 aux travaux de son père, un de nos parents, M. le colonel Niepce, appelé au commandement de l'île de Ré, fut obligé, pour affaires relatives à son service, de se rendre à Paris. A son départ pour la capitale, il se chargea d'acheter pour mon père un prisme ménisque de l'invention de MM. Vincent et Charles Chevalier, opticiens. Ce prisme fut promis sous peu de jours. Dans la conversation qui s'établit entre M. le colonel Niepce et M. Chevalier, quelques mots furent prononcés sur la découverte de mon père. Grande fut la surprise de M. Chevalier, auquel le colonel fut contraint d'assurer que la chose existait réellement, et qu'il en était d'autant plus certain qu'il avait lui-même vu des épreuves. Le lendemain de cette communication, M. Daguerre se présenta chez M. Chevalier, qui s'empressa de l'instruire de ce qu'il avait appris. M. Daguerre se montra d'abord incrédule ; puis, sur les détails positifs de l'opticien, il le pria instamment de lui procurer le nom et la demeure de l'auteur d'une aussi curieuse invention. M. Vincent Chevalier accéda au désir de M. Daguerre, et quelques jours après mon père reçut une lettre signée par le directeur du Diorama (1). »

Les provinciaux de la bonne roche nourrissent à l'endroit des Parisiens certaines défiances instinctives : Niepce accueillit assez mal les ouvertures de Daguerre ; « Bon, disait-il, voilà un de ces Parisiens qui veut me tirer les vers du nez ! » Il jugea donc utile, avant de s'engager en rien, de recueillir quelques renseignemens sur son correspondant inconnu, et voici ce qu'il écrivait, le 2 février 1827, à M. Lemaître, l'habile graveur de Paris qui s'était chargé du soin de terminer ses plaques photographiques :

« Connaissez-vous, monsieur, un des inventeurs du *Diorama*,

(1) *Historique de la découverte improprement nommée daguerréotype*, par Isidore Niepce fils, p. 20.

M. Daguerre ? Voici pourquoi je vous fais cette question. Ce monsieur ayant été informé, je ne sais trop comment, de l'objet de mes recherches, m'écrivit l'an passé, dans le courant de janvier, pour me faire savoir que, depuis fort longtemps il s'occupait du même objet, et pour me demander si j'avais été plus heureux que lui dans les résultats. Cependant, à l'en croire, il en aurait déjà obtenu de très étonnants ; et malgré cela il me priait de lui dire d'abord si je croyais la chose possible. Je ne vous dissimulerai pas, monsieur, qu'une pareille incohérence d'idées eut lieu de me surprendre, pour ne rien dire de plus. J'en fus d'autant plus discret et réservé dans mes expressions ; toutefois je lui écrivis d'une manière assez honnête, assez obligeante pour provoquer de sa part une nouvelle réponse. Je ne la reçois qu'aujourd'hui, c'est-à-dire après un intervalle de plus d'un an, et il me l'adresse uniquement pour savoir où j'en suis, et pour me prier de lui *faire passer une épreuve, bien qu'il doute qu'il soit possible d'être entièrement satisfait des ombres par ce procédé de gravure ; ce qui le fait tenter des recherches dans une autre direction, tenant plutôt à la perfection qu'à la multiplicité*. Je vais le laisser dans la voie de la *perfection*, et par une réponse laconique, couper court à des relations dont la *multiplicité*, comme vous pouvez bien le penser, pourrait me devenir également désagréable et fatigante. Veuillez me mander si vous connaissez personnellement M. Daguerre, et quelle opinion vous avez de lui. »

D'après les renseignements favorables que son correspondant lui fournit sur le peintre du Diorama, Niepce se détermina à répondre à Daguerre, mais il le fit avec toute la prudence d'un homme qui craint de compromettre son secret. Daguerre désirait ardemment avoir entre les mains une gravure exécutée par les procédés de Niepce. Ce dernier, après avoir longtemps éludé cette demande, se décida enfin à lui adresser une de ses planches photographiques avec la gravure sur papier qu'elle avait fournie. Il accompagna cet envoi de la lettre suivante :

Châlon-sur-Saône, le 4 juin 1827.

« MONSIEUR,

» Vous recevrez presque en même temps que ma lettre une caisse contenant une planche d'étain gravée d'après mes procédés héliographiques, et une épreuve de cette même planche, très défectueuse et beaucoup trop faible. Vous jugerez par là que j'ai besoin de toute votre indulgence, et que si je me suis décidé à vous adresser cet envoi, c'est uniquement pour répondre au désir que vous avez bien voulu me témoigner. Je crois, malgré cela, que ce genre d'application n'est point à dédaigner, puisque j'ai pu quoique, étranger à l'art du dessin et de la gravure, obtenir un semblable résultat. Je vous prie, monsieur, de me dire ce que vous en pensez. Ce résultat n'est pas même récent, il date du printemps passé; depuis lors j'ai été détourné de mes recherches par d'autres occupations. Je vais les reprendre aujourd'hui, que la campagne est dans tout l'éclat de sa parure, et me livrer exclusivement à la copie des points de vue d'après nature. C'est sans doute ce que cet objet peut offrir de plus intéressant ; mais je ne me dissimule point non plus les difficultés qu'il présente au travail de la gravure. L'entreprise est donc bien au-dessus de mes forces ; aussi toute mon ambition se borne-t-elle à pouvoir démontrer par des résultats plus ou moins satisfaisants la possibilité d'une réussite complète, si une main habile et exercée aux procédés de l'*aqua tinta* coopérait par la suite à ce travail. Vous me demanderez probablement, monsieur, pourquoi je grave sur étain au lieu de graver sur cuivre. Je me suis bien servi également de ce dernier métal, mais pour mes premiers essais j'ai dû préférer l'étain, dont je m'étais d'ailleurs procuré quelques planches destinées à mes expériences dans la chambre noire ; la blancheur éclatante de ce dernier métal le rendait bien plus propre à réfléchir l'image des objets représentés.

» Je pense, monsieur, que vous aurez donné suite à vos premiers essais ; vous étiez en trop beau chemin pour en rester là ! Nous occupant du même objet, nous devons trouver un égal intérêt dans la réciprocité de nos efforts pour atteindre le but. J'apprendrai donc avec bien de la satisfaction que la nouvelle expérience que vous avez faite à l'aide de votre chambre noire perfectionnée a eu un succès conforme à votre attente. Dans ce cas, monsieur, et s'il n'y a pas d'indiscrétion de ma part, je serais aussi

désireux d'en connaître le résultat que je serais flatté de pouvoir vous offrir celui de mes recherches du même genre qui vont m'occuper. »

En adressant à Daguerre un échantillon de ses produits, Niepce manifestait le désir assez naturel de connaître le résultat des travaux de son correspondant sur le même sujet; mais rien ne lui fut envoyé. Deux mois après, il fut obligé de se rendre en Angleterre, auprès de son frère dangereusement malade à Kiew; à son passage à Paris, il vit Daguerre pour la première fois. On s'entretint longtemps de l'intéressante découverte, mais Daguerre ne montra rien qui se rattachât à des essais photographiques.

Arrivé à Londres, Niepce présenta à quelques-uns des membres de la Société royale divers échantillons de ses produits, et, sur leur invitation, il écrivit à ce sujet un mémoire qui fut adressé à cette Société savante, le 8 décembre 1827. M. Bauer, qui a fait connaître ce fait dans une lettre adressée au rédacteur de la *Gazette de littérature* de Londres, affirme que « les spécimens apportés par Niepce, et exposés en Angleterre en 1827, et dont quelques-uns sont encore entre ses mains, étaient tout aussi parfaits que les produits de M. Daguerre, décrits dans les papiers français de 1839 (1). » Cependant, comme l'inventeur se refusait à rendre ses procédés publics, le mémoire et les échantillons lui furent rendus, et la Société royale ne s'occupa plus de cet objet.

A son retour de Londres, Niepce se présenta de nouveau chez Daguerre, mais il n'emporta que le regret de n'avoir rien acquis sur ses travaux. Cependant la correspondance ne fut pas interrompue entre eux. Daguerre assurait avoir découvert de son côté un procédé pour la fixation des images de la cham-

(1) Voyez à la fin du volume (Note II) le texte de cette lettre.

bre obscure, procédé *tout différent de celui de M. Niepce, et qui avait même sur lui un degré de supériorité;* il parlait aussi d'un perfectionnement qu'il avait apporté à la construction de la chambre noire.

Séduit par cette assurance, et estimant que ses procédés en étaient parvenus à un point tel qu'il lui serait difficile, en restant livré à ses seules ressources, de les faire beaucoup avancer, Niepce proposa à Daguerre de s'associer à lui pour s'occuper en commun des perfectionnements que réclamait son invention. Un traité fut passé entre eux à Châlon, le 14 décembre 1829; après la signature de l'acte, Niepce communiqua à Daguerre tous les faits relatifs à ses procédés photographiques (1).

Une fois initié au secret de la découverte de Niepce, Daguerre s'appliqua sans relâche à la perfectionner. Il remplaça le bitume de Judée par la résine que l'on obtient en distillant l'essence de lavande, matière qui jouit d'une certaine sensibilité lumineuse. Au lieu de laver la plaque dans une huile essentielle, il l'exposait à l'action de la vapeur fournie par cette essence à la température ordinaire. La vapeur laissait intactes les parties de l'enduit résineux frappées par la lumière, elle se condensait sur les parties restées dans l'ombre. Ainsi le métal n'était nulle part mis à nu; les clairs étaient représentés par la résine blanchie, les ombres par la résine dissoute dans l'huile essentielle, et qui formait à la surface du métal une sorte de vernis transparent. L'opposition de teintes entre le mat des particules blanchies par la lumière et la diaphanéité des autres parties de la plaque produisait seule les effets du dessin.

Il importe de remarquer que cette méthode de Daguerre différait en un point capital du procédé primitif de Niepce. Le premier inventeur ne formait une image sur la plaque métallique que dans le but de s'en servir pour obtenir une planche

(1) On trouvera à la fin de ce volume (Note III) le texte de ce traité.

typographique qui, soumise ensuite au tirage, donnerait des épreuves sur papier. Daguerre changeait complétement la nature de l'opération. La plaque métallique n'était plus un moyen intermédiaire pour arriver à la gravure; elle constituait l'épreuve définitive : c'est sur le métal même que le dessin devait demeurer. Daguerre eut donc le premier la pensée de former directement les images photographiques sur une plaque de métal, selon la méthode usitée de nos jours (1).

Toutefois cette modification du procédé de Niepce ne diminuait que faiblement la durée de l'exposition dans la chambre noire : sept à huit heures étaient encore nécessaires pour obtenir une vue. Cette méthode avait d'ailleurs un inconvénient fort grave : au bout d'un certain temps l'image s'effaçait en partie.

Heureusement le hasard amena les inventeurs dans la bonne voie. On a vu qu'avant son association avec Daguerre, Niepce avait essayé de donner plus de vigueur à ses dessins en renforçant les noirs à l'aide des émanations sulfureuses ou des vapeurs de l'iode. Il arriva un jour qu'une cuiller laissée par mégarde sur une plaque d'argent iodurée, y marqua son empreinte, sous l'influence de la lumière ambiante. Cet enseignement ne fut pas perdu. Aux substances résineuses on substitua l'iode, qui donne aux plaques d'argent une sensibilité lumineuse exquise. Ce fut le premier pas vers l'entière solution d'un problème qui avait déjà coûté vingt années de recherches.

Mais il n'était pas réservé au premier inventeur de voir s'accomplir le triomphe définitif dans lequel il avait placé toutes les espérances de sa vie : Niepce, alors âgé de soixante-trois ans, mourut à Châlon le 5 juillet 1833. Il mourut pauvre et ignoré. L'auteur de la plus remarquable découverte de notre

(1) Voyez à la fin du volume (Note IV) le texte des modifications apportées au procédé primitif de Niepce par Daguerre, avant la découverte du daguerréotype.

siècle s'éteignit sans gloire, oublié de ses concitoyens, avec la pensée désolante d'avoir perdu vingt années de sa laborieuse carrière, dissipé son patrimoine et compromis l'avenir de sa famille à la poursuite d'une chimère.

Resté seul, Daguerre continua ses recherches avec ardeur. C'est alors qu'il réalisa son admirable découverte de l'influence qu'exercent les vapeurs de mercure pour faire apparaître l'image photographique. Daguerre reconnut le premier ce fait étonnant, que l'image formée par l'action de la lumière sur une plaque recouverte d'iodure d'argent est invisible dans les conditions ordinaires, mais qu'elle apparaît subitement si l'on expose la plaque aux vapeurs du mercure. Ce phénomène, absolument ignoré jusque-là, donna une valeur immense aux premiers résultats obtenus par Niepce; et en même temps qu'il fournissait les moyens de créer la photographie, il ouvrait à la physique tout un champ nouveau d'observations et de recherches. Avec une habileté remarquable, Daguerre sut tirer parti de ce fait pour la formation des images photographiques, et, cinq ans après la mort de Niepce, il avait imaginé dans tout son ensemble la méthode admirable qui immortalisera son nom.

La découverte de Niepce et de Daguerre fut connue pour la première fois en France par l'annonce publique qu'en fit Arago à l'Académie des sciences, le 7 janvier 1839. Chacun se souvient de l'impression extraordinaire qu'elle produisit en France et bientôt dans l'Europe entière. Le nom de Daguerre acquit en quelques jours une célébrité immense. Toutes les voix de la presse célébrèrent à l'envi ce nom presque inconnu la veille; mais, on le sait, du modeste et infortuné Niepce, pas un mot; dans cet élan général d'enthousiasme et d'admiration, il n'y eut pas une parole de reconnaissance pour le pauvre inventeur mort à la tâche.

Dans sa communication académique, Arago s'était borné

à faire connaître le principe de la découverte et à présenter les produits de cet art nouveau : il avait dû se taire sur les procédés employés par l'habile artiste. Cependant une telle découverte ne pouvait rester secrète. Concentrée entre les mains d'un seul, elle serait longtemps stationnaire; devenue publique, elle devait, au contraire, grandir et s'améliorer par le concours de tous. Il était donc nécessaire qu'elle devînt une propriété publique.

Dans la séance du 15 juin 1839, le gouvernement présenta à la chambre des députés un projet de loi portant la demande d'une récompense nationale accordée aux inventeurs de la photographie, qui consentaient à rendre leurs procédés publics. A la suite des rapports remarquables d'Arago à la chambre des députés, et de Gay-Lussac à la chambre des pairs, la convention provisoire conclue entre le ministre de l'intérieur et Daguerre et M. Niepce fils fut convertie en loi. On accorda une pension viagère de 6,000 francs à Daguerre, et une pension de 4,000 francs à M. Niepce fils. Le chiffre mesquin de cette rémunération s'efface devant la pensée qui l'a dictée. Nul, dans le gouvernement ni dans les chambres, ne prétendit payer la découverte à sa juste valeur. Le titre de *récompense nationale* témoigne suffisamment que c'était là surtout un hommage solennel de la reconnaissance du pays au talent et au désintéressement des inventeurs.

Arago put alors donner connaissance au public du procédé de Daguerre; il le communiqua à l'Académie des sciences, le 19 août 1839. Ceux qui eurent le bonheur d'assister à cette séance en conserveront longtemps le souvenir. Il serait difficile en effet de trouver dans l'histoire des compagnies savantes une plus belle, une plus solennelle journée. L'Académie des beaux-arts s'était réunie à l'Académie des sciences. Sur les bancs réservés au public, se pressait tout ce que Paris renfermait d'hommes éminents dans les sciences, dans les lettres, dans les

beaux-arts. Tous les yeux cherchaient l'heureux artiste qui avait conquis si vite une renommée européenne ; on espérait l'entendre prononcer lui-même la révélation si désirée. Lui, cependant, s'était modestement dérobé à ce triomphe si légitime ; il avait déféré cet insigne honneur à Arago, qui avait pris l'invention nouvelle sous son savant et bienveillant patronage. Si, au dedans, les rangs étaient pressés, au dehors l'affluence était énorme ; le vestibule regorgeait de curieux, gens malavisés qui n'étaient venus que deux heures avant l'ouverture de la séance. Enfin, tout d'un coup la porte s'ouvre, et l'un des assistants arrive tout empressé de communiquer au dehors le secret si impatiemment attendu. « Le procédé consiste, dit-il, dans l'emploi du bitume de Judée et de l'essence de lavande ! » Je vous laisse à penser l'embarras, la surprise et les mille questions. Le bitume de Judée ! l'essence de lavande ! Mais que peuvent avoir de commun le bitume de Judée et l'essence de lavande avec ces charmantes images que nos yeux ne se lassent pas de contempler ! Attendez cependant, voici un autre officieux et mieux renseigné cette fois : « Il est bien question de bitume de Judée ! il est bien question d'essence de lavande ! C'est de l'iode et puis du mercure, et puis de l'hyposulfite de soude ! » Comprenne qui pourra. Cependant le mystère finit par s'éclaircir, et la foule se retire peu à peu, encore tout agitée de ces émotions délicieuses, heureuse d'applaudir à une création nouvelle du génie de la France, fière d'accorder à l'Europe un si magnifique présent.

Quelques heures après, les boutiques des opticiens étaient assiégées ; il n'y avait pas assez de chambres obscures pour satisfaire le zèle de tant d'amateurs empressés. On suivait d'un œil de regret le soleil qui déclinait à l'horizon, emportant avec lui la matière première de l'expérience. Mais dès le lendemain, on put voir à leur fenêtre, aux premières heures du jour, un grand nombre d'expérimentateurs s'efforçant, avec toute espèce

de précautions craintives, d'amener sur une plaque préparée l'image de la lucarne voisine, ou la perspective d'une population de cheminées. Quelles joies innocentes, quelles ravissantes angoisses, mais quels désappointements cruels! Lorsque après un quart d'heure de mortelle attente, on retirait la plaque de la chambre noire, on trouvait un ciel couleur d'encre ou des murailles en deuil. Cependant, dans ces tableaux informes il y avait toujours quelque trait furtif d'une délicatesse achevée; la masse était confuse, mais on pouvait y saisir quelque détail admirablement venu, qui arrachait un cri de surprise et presque des larmes de plaisir. C'était la balustrade d'une fenêtre qui était superbe; c'était le grillage voisin qui avait imprimé sur le fidèle écran son image de dentelle. Sur cette plaque où tout paraît confus, vous n'apercevez rien, mais regardez mieux, prenez une loupe : là, dans ce petit coin du tableau, il y a une mince ligne, c'est la tige éloignée de ce paratonnerre que vos yeux aperçoivent à peine; mais le merveilleux instrument l'a vu, et il vous l'a rapporté.

Au bout de quelques jours, sur les places de Paris, on voyait des daguerréotypes braqués contre les principaux monuments. Tous les physiciens, tous les chimistes, tous les savants de la capitale, mettaient en pratique, avec un succès complet, les indications de l'inventeur.

CHAPITRE II.

Description des procédés de la photographie sur plaque métallique. — Perfectionnements successifs apportés aux opérations du daguerréotype.

Les images daguerriennes se forment, comme tout le monde le sait, à la surface d'une lame de cuivre recouvert d'argent. On expose pendant quelques minutes une lame de plaqué aux vapeurs spontanément dégagées par l'iode à la température ordinaire; elle se recouvre d'une légère couche d'iodure d'argent, par suite de la combinaison de l'iode et du métal, et le mince voile ainsi formé présente une surface éminemment sensible à l'impression des rayons lumineux. La plaque iodurée est placée alors au foyer de la chambre noire, et l'on fait arriver à sa surface l'image formée par la lentille. La lumière a la propriété de décomposer l'iodure d'argent; par conséquent, les parties vivement éclairées de l'image décomposent, en ces points, l'iodure d'argent; les parties obscures restent, au contraire, sans action; enfin les espaces correspondant aux demi-teintes sont influencés selon que ces demi-teintes se rapprochent davantage des ombres ou des clairs.

Quand on la retire de la chambre obscure, la plaque ne présente encore aucune empreinte visible; elle conserve uniformément sa teinte jaune d'or. Pour faire apparaître l'image, une autre opération est nécessaire; la plaque doit être soumise à l'action des vapeurs du mercure. On la dispose donc dans une petite boîte, et l'on chauffe légèrement du mercure contenu dans un réservoir à la partie inférieure de la boîte. Les vapeurs du mercure se dégagent bientôt et viennent se condenser sur

le métal; mais le mercure ne se dépose pas uniformément sur toute la surface métallique, et c'est précisément cette condensation inégale qui donne naissance au dessin. En effet, par un phénomène étrange, que la science a jusqu'ici vainement tenté d'expliquer, les vapeurs de mercure viennent se condenser uniquement *sur les parties que la lumière a frappées*, c'est-à-dire sur les portions de l'iodure d'argent que les rayons lumineux ont chimiquement décomposées; les parties restées dans l'ombre ne prennent pas le mercure. Le même effet se produit pour les demi-teintes. Il résulte de là que les parties éclairées sont accusées par un vernis brillant de mercure, et les ombres par la surface même de l'argent. Pour les personnes qui assistent pour la première fois à cette curieuse partie des opérations photographiques, c'est là un spectacle étrange et véritablement merveilleux. Sur cette plaque, qui ne présente aucun trait, aucun dessin, aucun aspect visible, on voit tout d'un coup se dégager une image d'une perfection sans pareille, comme si quelque divin artiste la traçait de son invisible pinceau.

Cependant tout n'est pas fini. La plaque est encore imprégnée d'iodure d'argent, et si on l'abandonnait à elle-même en cet état, l'iodure continuant à noircir sous l'influence de la lumière ambiante, tout le dessin serait détruit. Il faut donc débarrasser la plaque de cet iodure. On y parvient en la plongeant dans une dissolution d'un sel, l'hyposulfite de soude, qui a la propriété de dissoudre l'iodure d'argent. Après ce lavage, l'épreuve peut être exposée sans aucun risque à l'action de la lumière la plus intense; tout à l'heure on ne pouvait la manier que dans l'obscurité, ou tout au plus à la lueur d'une bougie, on peut maintenant l'exposer sans crainte en plein soleil.

On voit en définitive que dans les épreuves daguerriennes l'image est formée par un mince voile de mercure déposé sur une surface d'argent; les reflets brillants du mercure représentent les clairs, les ombres sont produites par le bruni de

l'argent ; l'opposition, la réflexion inégale de la teinte de ces deux métaux, suffisent pour produire les effets du dessin.

Tel est l'ensemble des opérations dans le procédé primitif imaginé par Daguerre, et nous devons dire que ce procédé, tel qu'il a été décrit par l'inventeur, est d'une exécution si simple, que l'on est assuré de réussir dans tous les cas, en suivant à la lettre les instructions qu'il a données. Les perfectionnements apportés plus tard à la méthode primitive ont eu pour résultat d'abréger le temps des opérations ; mais les manœuvres sont devenues par cela même plus difficiles, et le succès moins certain. Lorsque la durée de l'opération est une circonstance secondaire, quand il s'agit, par exemple, de reproduire une vue extérieure ou un monument, on peut recourir sans trop de désavantage aux instructions publiées par Daguerre en 1839.

Une fois tombée dans le domaine public, la photographie a fait des progrès immenses. Un résumé rapide fera comprendre l'importance des perfectionnements divers qu'elle a reçus jusqu'à ce jour.

Les épreuves obtenues d'après le procédé de Daguerre, bien que remarquables à divers titres, avaient cependant un grand nombre de défauts qui en diminuaient beaucoup la valeur. Elles offraient un miroitage des plus désagréables, le trait n'était visible que sous une certaine incidence de la plaque, et dans certains cas, ce défaut allait si loin, que l'épreuve ressemblait plutôt à un moiré métallique qu'à un dessin. Le champ de la vue était extrêmement limité. Les objets animés ne pouvaient être reproduits. Les masses de verdure n'étaient accusées qu'en silhouette, et le ton général du dessin était criard. Enfin, il était à craindre que par suite de la volatilisation spontanée du mercure, l'image ne finît, sinon par disparaître entièrement, au moins par perdre de sa netteté et de sa vigueur. La plupart

de ces défauts étaient la conséquence du temps considérable exigé pour l'impression lumineuse : en effet, un quart d'heure d'exposition à une lumière très vive était indispensable pour obtenir une épreuve. Aussi les premiers efforts de perfectionnement eurent-ils pour but de diminuer la durée de l'exposition de la plaque dans la chambre obscure.

Ce résultat fut en partie obtenu par des modifications très utiles apportées à l'objectif de la chambre noire. Daguerre avait fixé avec beaucoup de soin les dimensions de l'objectif, mais on reconnut bientôt que les règles qu'il avait posées à cet égard, excellentes pour la reproduction des vues et des objets éloignés, ne pouvaient s'appliquer aux objets plus petits ou plus rapprochés. On imagina donc de raccourcir le foyer de la lentille; par cet artifice, on condensa sur la plaque une quantité de lumière beaucoup plus grande, et la plaque étant ainsi plus vivement éclairée, on put diminuer d'une manière notable la durée de l'exposition dans la chambre noire. Bientôt un opticien français, M. Ch. Chevalier, imagina une modification particulière de l'objectf, qui en doubla, pour ainsi dire, la puissance. La chambre noire qu'avait employée Daguerre n'avait qu'un objectif. M. Chevalier eut l'idée de réunir et de combiner deux objectifs achromatiques pour en faire la lentille de l'instrument. Cette disposition permit tout à la fois de raccourcir les foyers pour concentrer sur le même point une grande quantité de lumière, d'agrandir le champ de la vue, et de faire varier à volonté les distances focales. La disposition et la combinaison de ces deux lentilles sont tellement ingénieuses, que, sans employer de diaphragme, on conserve à la lumière toute sa netteté et toute son intensité. Le système du double objectif permit de réduire de beaucoup la durée de l'exposition lumineuse; on put opérer en deux ou trois minutes.

Toutefois ce problème capital d'abréger la durée de l'exposition lumineuse ne fut complétement résolu qu'en 1841, grâce

à une découverte d'une incalculable valeur. M. Claudet, artiste français qui avait acheté à Daguerre le privilége exclusif, dont il jouit encore, d'exploiter en Angleterre les procédés photographiques, découvrit, en 1841, les propriétés des *substances accélératrices*. On donne, en photographie, le nom de substances accélératrices à certains composés qui, appliqués sur la plaque *préalablement iodée*, en exaltent à un degré extraordinaire la sensibilité lumineuse. Par elles-mêmes, ces substances ne sont pas photographiques, c'est-à-dire qu'employées isolément elles ne formeraient point une combinaison capable de s'influencer chimiquement au contact de la lumière; mais si on les applique sur une plaque déjà iodée, elles communiquent à l'iode la propriété de s'impressionner en quelques secondes. Les composés capables de stimuler ainsi l'iodure d'argent sont extrêmement nombreux. Le premier, dont la découverte est due à M. Claudet, est le chlorure d'iode; mais il le cède de beaucoup en sensibilité aux composés découverts postérieurement. Le brôme en vapeur, le bromure d'iode, la chaux bromée, la chlorure de soufre, le bromoforme, l'acide chloreux, la liqueur hongroise, la liqueur de Reiser, le liquide de Thierry, sont les substances accélératrices les plus actives. Avec l'acide chloreux on a pu obtenir des épreuves irréprochables dans une demi-seconde.

La découverte des substances accélératrices permit de reproduire avec le daguerréotype l'image des objets animés. On put dès lors satisfaire au vœu universel formé depuis l'origine de la photographie, c'est-à-dire obtenir des portraits. Déjà, avant cette époque, on avait essayé de faire des portraits au daguerréotype, mais le temps considérable qu'exigeait l'impression lumineuse avait empêché toute réussite. On opérait alors avec l'objectif à long foyer, qui ne transmet dans la chambre obscure qu'une lumière d'une faible intensité; aussi fallait-il placer le modèle en plein soleil et prolonger l'exposition

pendant un quart d'heure. Comme il est impossible de supporter si longtemps, les yeux ouverts, l'éclat des rayons solaires, on avait dû se résoudre à faire poser les yeux fermés. Quelques amateurs intrépides osèrent se dévouer, mais le résultat ne fut guère à la hauteur de leur courage. Qui ne se rappelle avoir vu, à l'étalage de Susse, cette triste procession de *Bélisaires* sous l'étiquette usurpée de portraits photographiques? Par l'emploi des objectifs à court foyer on put réduire l'exposition à quatre ou cinq minutes; alors le patient put ouvrir les yeux. Néanmoins il fallait encore poser en plein soleil; or, ce soleil, qui tombait d'aplomb sur le visage, contractait horriblement les traits, et la plaque conservait la trop fidèle empreinte des souffrances et de l'anxiété du modèle. On s'asseyait avec cet air agréable que prend toute personne ayant la conscience de poser pour son portrait, et l'on vous présentait l'image d'un martyr ou d'un supplicié. Pendant six mois, avec la prétention d'obtenir des portraits photographiques, on n'a guère fait que multiplier les copies d'un même type : la tête du Laocoon. Rien qu'à voir ces traits crispés, ces faces contractées, ces spécimens cadavéreux, on eût pris le daguerréotype en horreur. C'est là qu'ont trouvé leur source la plupart des préventions défavorables que les productions daguerriennes eurent si longtemps à combattre. Les artistes passaient en ricanant devant ces déplorables ébauches.

Cependant toutes les préventions durent disparaître, tous les préjugés durent tomber en présence des résultats qu'amenèrent la découverte et l'emploi des substances accélératrices. Dès ce moment, la physionomie put être saisie en quelques secondes et reproduite avec cette continuelle mobilité d'expression qui forme le signe et comme le cachet de la vie. C'est à partir de cette époque que l'on vit paraître, de jour en jour perfectionnés, ces admirables portraits où l'harmonie de l'ensemble est encore relevée par le fini des détails. C'est alors que

put être pleinement réalisé le rêve fantastique d'Hoffmann : « Qu'un amant, voulant laisser à sa maîtresse un souvenir durable, se mire dans la glace, et la lui donne ensuite, parce que son image s'y est fixée. »

Après la découverte des substances accélératrices, le perfectionnement le plus important qu'ait reçu la photographie sur métal consiste dans la *fixation des épreuves*. Les images daguerriennes obtenues à l'origine étaient déparées par un miroitement des plus choquants. En outre, le dessin ne présentait que peu de fermeté, puisque le ton résultait seulement du contraste formé par l'opposition des teintes du mercure et de l'argent. Enfin (et c'était là un inconvénient des plus graves), l'image était extrêmement fugitive, elle ne pouvait supporter le frottement, le pinceau le plus délicat, promené à sa surface, l'effaçait en entier. M. Fizeau fit disparaître tous ces inconvénients à la fois, en recouvrant l'épreuve photographique d'une légère couche d'or. Il suffit, pour obtenir ce résulat, de verser à la surface de l'épreuve une dissolution de chlorure d'or mêlée à de l'hyposulfite de soude, et de chauffer légèrement; la plaque se recouvre aussitôt d'un mince vernis d'or métallique. Cette opération, si simple en elle-même, est cependant le complément le plus utile qu'ait reçu la découverte de Daguerre. Elle a permis, tout à la fois, de rehausser à un degré remarquable le ton des dessins photographiques, de bannir presque entièrement le miroitage, et de communiquer à l'épreuve une grande solidité, c'est-à-dire une résistance complète au frottement et à toutes les actions extérieures.

Comment la dorure d'un dessin photographique peut-elle communiquer à celui-ci la vigueur de ton qui lui manquait, et faire disparaître le miroitage? C'est ce qu'il est facile de comprendre. L'or vient recouvrir à la fois l'argent et le mercure de la plaque; l'argent, qui forme les noirs du tableau, se trouve bruni par la mince couche d'or qui se dépose à sa sur-

face : ainsi les noirs sont rendus plus sensibles, et le miroitage de l'argent n'existe plus ; au contraire, le mercure, qui forme les blancs, acquiert, par son amalgame avec l'or, un éclat beaucoup plus vif, ce qui produit un accroissement notable dans les clairs. Le ton général du tableau est d'ailleurs singulièrement rehaussé par l'opposition plus vive que prennent les couleurs des deux métaux superposés. Tous ces avantages ressortent d'une manière surprenante, si l'on compare deux épreuves dont l'une est fixée au chlorure d'or, et l'autre non fixée. La dernière, d'un ton gris bleuâtre, paraît exécutée sous un ciel brumeux et par une faible lumière ; l'autre, par la richesse de ses teintes, semble sortir de la chaude atmosphère et du beau ciel des contrées méridionales. Quant à la résistance qu'une épreuve ainsi traitée oppose au frottement et aux actions extérieures, elle s'expliquera sans peine, si l'on remarque que le mercure, qui tout à l'heure formait le dessin à l'état de globules infiniment petits et d'une faible adhérence, est maintenant recouvert d'une lame d'or uniforme, qui, malgré son extraordinaire ténuité, adhère à la plaque en vertu d'une véritable action chimique. Les épreuves ainsi fixées offrent assez de résistance au frottement pour pouvoir être conservées et transportées dans un portefeuille : elles présentent donc plus de solidité qu'un dessin au crayon.

Les perfectionnements divers apportés au procédé primitif de Daguerre ont, comme on le voit, changé d'une manière très notable l'ensemble des opérations photographiques. Il ne sera donc pas inutile de préciser la méthode actuellement suivie. Voici, en quelques mots, la série consécutive des opérations qui s'exécutent aujourd'hui pour obtenir l'épreuve daguerrienne : Exposition de la lame métallique aux vapeurs spontanément dégagées par l'iode à la température ordinaire, afin de provoquer à la surface de la plaque la formation d'une légère couche d'iodure d'argent ; — exposition aux vapeurs fournies

par la chaux bromée, le brome ou toute autre substance accélératrice; — exposition à la lumière dans la chambre obscure, pour obtenir l'impression chimique; — exposition aux vapeurs mercurielles pour faire apparaître l'image; — lavage de l'épreuve dans une dissolution d'hyposulfite de soude, pour enlever l'iodure d'argent non attaqué; — enfin, fixage de l'épreuve par le chlorure d'or.

La méthode actuelle, en permettant d'opérer cent fois plus vite que par le procédé de Daguerre, a introduit dans la photographie un perfectionnement immense, mais il faut reconnaître aussi qu'elle a rendu les opérations beaucoup plus compliquées. L'exposition à la lumière étant abrégée de trente ou quarante fois le temps ordinaire, les erreurs sur la durée de cette exposition, sur le temps nécessaire pour l'application de l'iode et des substances accélératrices, sont devenues plus faciles et plus désastreuses. L'artiste le plus exercé n'est donc jamais assuré d'avance de réussir dans l'opération qu'il entreprend, et ces obstacles seraient de nature à décourager le plus fervent adepte, si la photographie n'était par elle-même un art des plus attrayants. Ce sont précisément ces difficultés, cette incertitude sur le succès définitif, qui prêtent aux opérations photographiques un charme toujours nouveau et toujours renaissant. Si le daguerréotype n'était qu'une machine aveugle dont le résultat pût être toujours calculé avec certitude, si le maniement de l'appareil ne laissait aucune part aux soins habiles et aux prévisions de l'intelligence, auprès des amateurs et des artistes, il perdrait son intérêt le plus vif.

Pour terminer cette revue des modifications apportées dans ces derniers temps aux procédés photographiques, nous devons signaler quelques emprunts curieux que l'on a faits à diverses sciences pour perfectionner les épreuves daguerriennes, ou pour leur prêter certaines qualités spéciales. Ici se

rangent en première ligne les applications de la galvanoplastie.

La galvanoplastie, dont les procédés seront décrits dans ce volume, est un art tout récent et qui n'est encore ni assez apprécié, ni assez connu. Il consiste à produire, par l'action de l'électricité, un dépôt métallique à la surface de différents corps, et surtout à la surface d'autres métaux. En décomposant certains sels par la pile voltaïque, on peut, comme nous le verrons, appliquer avec économie le cuivre sur l'argent, l'or sur l'acier, l'argent sur l'étain, le platine sur le fer, sur le bronze, etc. Si donc, mettant à profit ces procédés, on soumet à l'action d'un faible courant électrique une dissolution de sulfate de cuivre, en plaçant dans la liqueur une image daguerrienne, le cuivre provenant de la décomposition du sel se dépose peu à peu sur toute la plaque, et se moulant sur les faibles inégalités de sa surface, il donne naissance, au bout de vingt-quatre heures, à une planche de cuivre sur laquelle le dessin photographique se trouve reproduit avec une entière fidélité. « Je ne saurais rendre, dit M. Ch. Chevalier, la surprise que j'éprouvai, la première fois que je réussis à reproduire une épreuve photographique au moyen du galvanisme. L'idée de cette expérience me vint en cherchant un objet propre à être placé dans l'appareil galvanoplastique; ne trouvant ni médaille, ni empreinte, j'imaginai de souder une petite épreuve daguerrienne au conducteur de l'appareil; je croyais vraiment sacrifier l'épreuve et n'obtenir tout au plus qu'une feuille de cuivre bien plane. Le lendemain, en présence de MM. Richoux et de Kramer, je détachai les deux plaques, et nous trouvâmes sur le cuivre une contre-épreuve parfaite de l'original (1). » Ce qu'il y a de plus étonnant, c'est que la plaque daguerrienne qui a servi de type à ce merveilleux moulage, n'est aucunement altérée, et qu'elle peut être ainsi reproduite un grand nombre de fois sans se

(1) *Mélanges photographiques*, p. 74.

détruire ou se détériorer sensiblement. Il faut ajouter cependant que cette application de la galvanoplastie est sans importance, car on se décide difficilement à soumettre une belle épreuve à une pareille opération qui n'offre aucune utilité particulière.

Les procédés galvanoplastiques appliqués aux images daguerriennes ont fourni d'autres résultats qui présentent un peu plus d'intérêt. Afin de communiquer aux épreuves des tons particuliers ou des effets plus vigoureux, on les a revêtues, par l'action de la pile, d'une mince couche d'un autre métal richement coloré. Si l'on place dans une dissolution d'or une planche photographique, en plongeant dans la liqueur les pôles d'une pile voltaïque extrêmement faible, on la recouvre en quelques instants d'un mince vernis d'or. Cette pellicule métallique donne à l'épreuve des tons qui sont souvent du plus heureux effet; ils varient depuis la teinte verdâtre jusqu'au jaune intense. On obtient avec le cuivre, en opérant dans des conditions semblables, des tons vigoureux, compris depuis le rose le plus pâle jusqu'au rose vif. L'argent a été essayé dans le même but ; mais ce métal, qui donne au tableau une douceur et un chatoiement très agréables, lui retire une partie de sa vigueur.

On voit aux étalages de produits photographiques un grand nombre de portraits coloriés qui attirent les regards des passants. Il ne s'agit pas, comme bien des personnes se l'imaginent, d'images obtenues dans la chambre obscure avec leurs couleurs naturelles, mais tout simplement de couleurs appliquées à la main. Il serait difficile de rien imaginer d'aussi barbare. Colorier une planche daguerrienne est aussi ridicule que de vouloir enluminer une gravure de Reynolds ou de Rembrandt. Le mérite essentiel des épreuves photographiques réside dans l'admirable dégradation des teintes et dans une harmonie si parfaite de la lumière et des ombres,

qu'elle défie à jamais le burin. Toutes ces qualités restent ensevelies sous cet absurde empâtement de couleurs. Le peintre ose corriger ce grand maître qui s'appelle le soleil; il substitue sa propre exécution à celle de la nature. Prenez donc la peine de créer un de ces merveilleux dessins, pour qu'une lourde main vienne les déshonorer par un badigeonnage indigne. Arrivons à quelque chose de plus sérieux.

Rien n'est plus sérieux, en effet, rien n'est plus riche de promesses, rien n'est plus digne de l'appui des amis des arts, que les efforts que l'on a faits en France pendant plusieurs années pour transformer une épreuve daguerrienne en planche propre à la gravure. Il ne faut pas que les produits du daguerréotype, d'une perfection si achevée, restent à l'état de type unique ; il faut que l'impression puisse les multiplier indéfiniment; il faut perfectionner les procédés de gravure photographique actuellement connus. Alors seulement le daguerréotype aura dit son dernier mot, alors la photographie aura trouvé des applications utiles, complètes, étendues, dans la pratique des arts. Le jour où les planches daguerriennes pourront être économiquement transformées en planches de gravure, nous n'aurons plus rien à demander à la photographie, car nous obtiendrons sur le papier des images parfaites, redressées, inaltérables, d'une correction et d'une finesse achevées, et qui présenteront l'inappréciable avantage de pouvoir être multipliées indéfiniment. Nous sommes loin encore d'avoir atteint un si désirable but; cependant les résultats obtenus jusqu'ici, et que nous allons rapidement indiquer, font concevoir à cet égard de légitimes espérances.

L'idée de transformer les plaques photographiques en planches à l'usage des graveurs était si naturelle, que, dès les premiers temps de la découverte de Daguerre, un grand nombre de personnes s'occupèrent de ce problème. M. le docteur Donné essaya le premier de le résoudre. Le procédé qu'il em-

ployait était des plus simples. L'eau-forte étendue de quatre parties d'eau attaque les parties noires des images daguerriennes sans altérer les parties blanches, ou, en d'autres termes, dissout l'argent de la plaque sans toucher au mercure. M. Donné se contentait de garnir les bords de la plaque d'une marge de vernis de graveur, et de verser sur l'épreuve l'eau-forte qu'on laissait réagir quelques minutes. Quand on jugeait l'action suffisante, on enlevait la marge de vernis et on lavait à grande eau la plaque qui pouvait être immédiatement encrée et servir à l'impression. Mais l'argent pur est un métal trop mou pour suffire à un grand tirage; après quarante épreuves, la planche obtenue par ce procédé trop élémentaire était épuisée. La gravure était d'ailleurs fort imparfaite.

M. Fizeau a résolu la question avec plus de bonheur. Voici un court aperçu du procédé curieux qu'il a imaginé pour la gravure des plaques daguerriennes. On commence par soumettre la plaque à l'action d'une liqueur légèrement acide qui attaque l'argent, c'est-à-dire les parties noires de l'image, sans toucher au mercure qui forme les blancs. On obtient ainsi une planche gravée d'une grande perfection, mais d'un très faible creux. Or, la condition essentielle d'une bonne gravure, c'est la profondeur du trait; car si les creux sont trop légers, les particules d'encre, au moment de l'impression, surpassant en dimension la profondeur du trait, l'épreuve, au tirage, est nécessairement imparfaite. Pour creuser plus avant, on frotte la planche gravée et peu profonde d'une huile grasse qui s'incruste dans les cavités et ne s'attache pas aux saillies. On dore ensuite la plaque à l'aide de la pile voltaïque. L'or vient se déposer sur les parties saillantes, et ne pénètre pas dans les creux abrités par le corps gras. En nettoyant ensuite la planche, on peut l'attaquer très profondément par l'eau-forte, car les parties saillantes recouvertes d'or sont respectées par l'acide. On creuse ainsi le métal à volonté. Enfin, comme la

mollesse de l'argent limiterait singulièrement le tirage, on recouvre la planche d'une couche de cuivre par les procédés galvanoplastiques. Le cuivre, métal très dur, supporte donc seul l'usure déterminée par le travail de l'impression. M. Fizeau a obtenu de cette manière des gravures offrant beaucoup de qualités.

La question de l'application de la photographie à la gravure a fait récemment un pas considérable et qui permet d'espérer beaucoup pour l'avenir. On a eu l'idée, en 1854, de reprendre le premier projet de Joseph Niepce, qui consistait, comme on l'a vu plus haut, à produire une image sur un vernis impressionnable à la lumière (le bitume de Judée), étalé sur une planche métallique, et à traiter ensuite cette plaque par un acide, après en avoir fait disparaître, à l'aide d'un dissolvant approprié, les parties résineuses non impressionnées par l'agent lumineux. Ce procédé de gravure photographique est en ce moment l'objet de sérieuses études. Comme les gravures ainsi obtenues ont, en effet, besoin, pour être terminées, d'être retouchées au burin par le graveur, il importe de perfectionner, à ce point de vue, ce procédé, afin d'éviter, s'il est possible, toute intervention du burin dans l'exécution de la planche d'acier. Nous ne pourrions d'ailleurs entrer ici dans d'autres détails, car ce que nous considérons dans cette notice c'est la photographie prise en elle-même, plutôt que ses applications.

Nous rappellerons seulement, à ce propos, que la gravure photographique avait été essayée en Angleterre, il y a plusieurs années, par un procédé qui ne donna pas de satisfaisants résultats, mais qui avait, comme tentative scientifique, un caractère fort intéressant. M. Grove était parvenu à graver les épreuves photographiques par un procédé encore plus hardi que le précédent, par la seule action d'un courant électrique. Si l'on attache une image daguerrienne au pôle négatif d'une pile voltaïque, chargée d'une liqueur faiblement acide, en plaçant

au pôle positif une lame de platine, l'acide attaque l'argent de la plaque et grave en creux le dessin. Une plaque ainsi traitée peut à peine se distinguer de l'épreuve daguerrienne. Si on l'examine à la loupe, on y retrouve les détails les plus fins et les plus délicats de l'impression lumineuse.

Ainsi un dessin tracé par la lumière peut être gravé par l'électricité. Tout est surprenant, tout est merveilleux dans ces mille inventions nouvelles qui, chaque jour, apparaissent autour de nous. La lumière est domptée, le fluide électrique est un serviteur obéissant; de la lumière on a fait un pinceau et de l'électricité un burin. Partout la main de l'homme est bannie. A la main tremblante de l'artiste, au regard incertain, à l'instrument rebelle, on substitue les forces inévitables des agents naturels. C'est ainsi que tous les arts, toutes les industries, se trouvent aujourd'hui sous le coup de révolutions profondes dont il est impossible de calculer la portée; c'est ainsi que les puissances aveugles de la nature menacent de remplacer partout la main et presque l'intelligence des hommes. Rien n'est plus propre à marquer la grandeur actuelle des sciences, à faire deviner le rôle immense qu'elles sont appelées à jouer dans l'avenir.

CHAPITRE III.

Photographie sur papier. — M. Talbot. — M. Blanquart-Evrard. — Description des procédés de la photographie sur papier. — Photographie sur verre. — Papiers albuminés. — Papiers cirés. — Gélatine. — Collodion. — Reproduction des couleurs par le daguerréotype.

Ce n'est pas seulement sur des plaques métalliques que l'on obtient des images par l'action chimique de la lumière, on les

produit encore sur de simples feuilles de papier. Examinons cette nouvelle et importante branche de la photographie.

Lorsqu'un amateur de Lille, M. Blanquart-Évrard, publia, au commencement de l'année 1847, la description des procédés de la photographie sur papier, cette communication fut accueillie par les amateurs et les artistes avec un véritable enthousiasme, car elle répondait à un vœu depuis longtemps formé et resté jusque-là à peu près stérile. On devine sans peine les nombreux avantages que présentent les épreuves photographiques obtenues sur papier. Elles n'ont rien de ce miroitage désagréable qu'il est si difficile de bannir complétement dans les épreuves sur métal, et qui a l'inconvénient de rompre toutes les habitudes artistiques ; elles présentent l'apparence ordinaire d'un dessin : une bonne épreuve sur papier ressemble à une *sépia* faite par un habile artiste. L'image n'est pas simplement déposée à la surface comme dans les épreuves sur argent, elle se trouve formée jusqu'à une certaine profondeur dans la substance du papier, ce qui lui assure une durée indéfinie et une résistance complète au frottement ; le trait n'est point renversé comme dans les dessins du daguerréotype, il est au contraire parfaitement correct pour la ligne, c'est-à-dire que l'objet est reproduit dans sa situation absolue au moment de la pose. En outre, un dessin-type une fois obtenu, on peut en tirer un nombre indéfini de copies. Enfin, l'avantage extraordinaire de pouvoir substituer une feuille de papier aux plaques métalliques, d'un prix élevé, d'une détérioration facile, d'un poids considérable, d'un transport incommode ; l'absence de tout ce matériel embarrassant, si bien nommé *bagage daguerrien*, qui rend difficiles aux voyageurs les opérations photographiques ; la simplicité du procédé, le bas prix des substances chimiques dont on fait usage, tout se réunit pour assurer à la photographie sur papier une utilité pratique véritablement sans limites.

Il est donc facile de comprendre l'intérêt avec lequel le monde des savants et des artistes accueillit les premiers résultats de la photographie sur papier. Le nom de M. Blanquart-Évrard, qui n'était, si nous ne nous trompons, qu'un marchand de drap de Lille, conquit rapidement les honneurs de la célébrité. Cependant, il faut le dire, il se passait là un fait étrange, et peut-être sans exemple dans la science. Les procédés publiés par M. Blanquart n'étaient, à cela près de quelques modifications utiles dans le manuel opératoire, que la reproduction de la méthode publiée six années auparavant par un riche amateur anglais, M. Talbot. Or, dans son mémoire, M. Blanquart n'avait pas même prononcé le nom du premier inventeur, et cet oubli singulier ne provoqua, au sein de l'Académie ni ailleurs, aucune réclamation. M. Talbot lui-même ne prit pas la peine d'élever la voix pour revendiquer la gloire de l'invention qui lui appartenait. Il se comporta tout à fait en grand seigneur. Il se borna à adresser à quelques amis de Paris deux ou trois de ses dessins photographiques qui faisaient singulièrement pâlir les épreuves de M. Blanquart.

En effet, depuis l'année 1834, alors que l'art photographique était encore à naître, M. Talbot avait essayé de reproduire sur le papier les images de la chambre obscure. Déjà d'ailleurs, et longtemps avant cette époque, d'autres physiciens avaient abordé cette question; car c'est un fait à remarquer, que les premiers essais de photographie eurent pour objet le dessin sur papier. Niepce, au début de ses travaux, avait dirigé dans ce sens des recherches qu'il fut bientôt forcé d'abandonner. Avant lui, en 1802, Humphry Davy s'en était occupé de concert avec Wedgewood. Ces deux savants avaient réussi à obtenir, sur du papier enduit d'azotate d'argent, des reproductions de gravures et d'objets transparents. Ils avaient essayé de fixer également les images de la chambre obscure; mais la trop faible sensibilité lumineuse de l'azotate d'argent leur avait opposé

un obstacle insurmontable. On n'obtenait d'ailleurs de cette manière que des silhouettes ou des images inverses, dans lesquelles les noirs du modèle étaient représentés par des blancs, et *vice versâ*. En outre, l'épreuve obtenue, Wedgewood et Davy n'avaient pu réussir à la préserver de l'altération consécutive de la lumière ; abandonnée à la clarté du jour, elle noircissait dans toutes ses parties et ensevelissait le dessin. On ne pouvait donc examiner ces productions éphémères que dans l'obscurité, en s'aidant de la lueur d'une lampe. « La copie d'un dessin, dès qu'elle est obtenue, dit Humphry Davy, doit être conservée dans un lieu obscur. On peut bien l'examiner à l'ombre, mais ce ne doit être que pour peu de temps. Aucun des moyens que nous avons mis en œuvre pour empêcher les parties incolores de noircir à la lumière n'a pu réussir..... Quant aux images de la chambre obscure, elles se sont trouvées trop faiblement éclairées pour former un dessin avec le nitrate d'argent, même au bout d'un temps assez prolongé. C'était là cependant l'objet principal des expériences. Mais tous les essais ont été inutiles (1). »

Heureusement M. Talbot n'eut point connaissance des essais de Wedgewood et de Davy ; il ignora l'échec que ces grands chimistes avaient éprouvé dans leur tentative ; il avoue que devant l'insuccès de tels maîtres, il eût immédiatement abandonné ses recherches comme une poursuite chimérique. Cependant, par un travail de plusieurs années, il parvint à surmonter tous les obstacles. Il résolut complétement la double difficulté de fixer sur le papier les images de la chambre obscure et de les préserver de toute altération consécutive. En 1839, il se disposait à mettre sa découverte au jour, lorsqu'il fut surpris par la publication des travaux de Daguerre. Cependant, quel-

(1) *Description d'un procédé pour copier les peintures sur verre et pour faire des silhouettes par l'action de la lumière sur le nitrate d'argent* (*Journal de l'Institution royale de Londres*, 1802, t. I, p. 170).

ques mois après, il fit connaître en Angleterre l'ensemble de sa méthode, et le 7 juin 1841, dans une lettre adressée à M. Biot, et présentée par ce savant à l'Académie des sciences de Paris, il donna l'analyse de son procédé. Mais l'attention était dirigée d'un autre côté, et l'annonce du physicien anglais ne fit, en France, aucune sensation. Quelques personnes essayèrent d'obtenir des images en suivant les indications fournies par M. Talbot; mais elles ne réussirent qu'imparfaitement, ce qui fit croire que l'inventeur n'avait dit son secret qu'à moitié : la photographie sur papier tomba donc parmi nous dans un complet oubli. Seulement quelques artistes nomades, munis de quelques renseignements plus ou moins précis, parcouraient la province, vendant aux amateurs le secret de cette nouvelle branche des arts photographiques, et dans Paris circulaient un certain nombre d'épreuves très remarquables représentant des modèles inanimés, obtenues par un employé du ministère des finances, M. Bayard, qui toutefois cachait avec grand soin les procédés dont il faisait usage. C'est dans ces circonstances que M. Blanquart fit paraître son mémoire. Il reproduisait, avec quelques modifications, le procédé de M. Talbot; seulement, ses descriptions étaient beaucoup plus précises et plus complètes que celles du physicien anglais (1).

Tel est l'historique fidèle de la découverte de la photographie sur papier. C'était pour nous un devoir que de bien établir à ce sujet les droits méconnus d'un savant étranger, assez malheu-

(1) Les changements apportés par M. Blanquart-Evrard au manuel opératoire de M. Talbot consistaient : 1° à plonger le papier dans les liquides impressionnables, au lieu de déposer les dissolutions sur le papier à l'aide d'un pinceau, comme le faisait M. Talbot; 2° à serrer entre deux glaces le papier chimique exposé dans la chambre obscure, au lieu de l'appliquer contre une ardoise. Tout le reste de l'opération : l'emploi de l'iodure d'argent comme agent impressionnable sur le papier positif, et du chlorure d'argent sur le papier négatif, l'action si importante de l'acide gallique pour faire apparaître l'image, l'addition de

reux déjà d'avoir été devancé dans sa découverte par Daguerre, pour que l'on respecte au moins les titres incontestables qui recommandent son nom à la reconnaissance du public.

Avant de faire connaître les procédés pratiques de la photographie sur papier, exposons la théorie générale de l'opération.

Tout le monde sait que les sels d'argent, naturellement incolores, étant exposés à l'action de la lumière solaire ou diffuse, noircissent promptement par suite d'une décomposition chimique provoquée en eux par l'agent lumineux. D'après cela, si l'on place au foyer d'une chambre obscure une feuille de papier imprégnée de la dissolution d'un sel d'argent, l'image formée par l'objectif s'imprimera sur le papier, parce que les parties vivement éclairées noirciront la couche sensible, tandis que les parties obscures, restant sans action, laisseront au papier sa couleur blanche. On obtiendra ainsi une sorte de silhouette dans laquelle les parties éclairées du modèle seront représentées sur l'épreuve par une teinte noire et les ombres par des blancs. C'est ce que l'on nomme une image inverse ou *négative*, selon l'expression consacrée. Maintenant, si l'on place cette image sur une feuille de papier imprégnée d'un sel d'argent et qu'on expose le tout à l'action directe du soleil, l'épreuve négative laissera passer la lumière à travers les parties transparentes du dessin et lui fermera passage dans les portions opaques. Le rayon solaire, allant ainsi agir sur le papier sensible placé au contact de l'épreuve négative, donnera naissance à une image

l'acide acétique aux liquides photographiques, l'idée capitale de préparer une image négative, et de s'en servir pour obtenir une image directe ; en un mot, tout l'ensemble de l'opération de la photographie sur papier appartient incontestablement au physicien anglais Pour que le lecteur ne puisse conserver aucun doute sur ce point, nous donnons à la fin du volume (Note V) la description des procédés de M. Talbot présentée par M. Biot, le 7 juin 1841, à l'Académie des sciences de Paris, et (Note VI) le mémoire publié en 1847 par M. Blanquart-Évrard dans les *Comptes rendus* de la même Académie.

sur laquelle les clairs et les ombres seront placés dès lors dans leur situation naturelle. On aura donc formé ainsi une image directe ou *positive*. Tel est le principe général de la photographie sur papier (1).

Le procédé pratique de cette branche nouvelle de l'art photographique se compose, d'après cela, de deux séries distinctes d'opérations : la première ayant pour effet de préparer l'image inverse ; la seconde, de former l'épreuve redressée.

On obtient l'épreuve inverse en recevant l'image de la chambre obscure sur un papier enduit d'iodure d'argent mélangé d'une petite quantité d'acide acétique. Comme l'iodure d'argent s'impressionne beaucoup plus promptement à la lumière quand on l'entretient à l'état humide, on place le papier photogénique sur quelques doubles de papier humectés d'eau, et pour lui donner une surface égale et parfaitement unie, on le presse entre deux glaces. Cependant l'emploi des glaces n'est pas indispensable, et l'on se contente souvent d'appliquer la feuille de papier photogénique humide contre une feuille d'un carton très léger, qui adhère par son humidité à la vitre d'un châssis. Les choses ainsi disposées, on place ce système au foyer de la chambre noire. Au bout de trente à cinquante secondes, l'effet lumineux est produit ; l'iodure d'argent se trouve décomposé dans les parties éclairées, et dans tous les points sur lesquels a porté la lumière l'oxyde d'argent devient libre. Cependant la faible altération chimique qui vient d'avoir lieu n'est en aucune façon accusée à la surface du papier, qui n'offre encore aucune trace visible de dessin ; mais si on le

(1) En appliquant une gravure, une lithographie sur un papier imprégné de chlorure d'argent, et exposant le tout au soleil, on peut reproduire cette gravure, cette lithographie d'une manière très simple et sans appareil optique. C'est une petite opération qui ne manque pas d'intérêt ou qui peut avoir son utilité. On a jugé nécessaire de créer un mot pour la désigner : on l'appelle *autophotographie*.

plonge dans une dissolution d'acide gallique, ce composé, formant avec l'oxyde d'argent qui existe à l'état de liberté à la surface du papier, un sel, le gallate d'argent, d'une couleur noir foncé, l'image apparaît subitement. Il ne reste plus qu'à enlever l'excès du composé d'argent non influencé, afin de préserver le dessin de l'action ultérieure de la lumière. On y parvient en lavant l'épreuve avec une dissolution d'hyposulfite de soude ou de sel marin qui dissout immédiatement l'iodure d'argent non altéré.

Pour obtenir l'image positive, on place l'épreuve négative obtenue par les moyens qui viennent d'être rapportés, sur un papier imprégné de chlorure d'argent; on les serre tous les deux entre deux glaces, l'épreuve négative en dessus, et l'on expose le tout au soleil ou à la lumière diffuse. La durée de cette exposition varie depuis une demi-heure jusqu'à quatre heures à la lumière diffuse, et au soleil depuis quinze jusqu'à vingt-cinq minutes. Au reste, comme on peut suivre de l'œil la formation du dessin, on est toujours le maître de s'arrêter quand on juge le trait suffisamment renforcé. Enfin pour fixer l'image, c'est-à-dire pour enlever l'excédant du composé chimique qui, sans cette précaution, continuerait de noircir en présence de la lumière, on place l'épreuve dans une dissolution d'hyposulfite de soude ou de sel marin qui dissont l'excès de chlorure d'argent non influencé. En prolongeant plus ou moins la durée de son séjour dans le bain d'hyposulfite de soude, on peut communiquer à l'épreuve une couleur qui varie, en parcourant toute l'échelle des tons bruns et des bistres, jusqu'au violet foncé et au noir intense.

Nous n'avons pas besoin d'ajouter que l'épreuve négative peut servir à donner un très grand nombre d'autres épreuves positives, et qu'une fois obtenu, ce type peut fournir des reproductions indéfinies.

En dévoilant au public les procédés de la photographie sur

papier avec un désintéressement et une libéralité assez rares parmi ses confrères, M. Blanquart-Évrard rendit aux arts photographiques un immense service. De toutes parts on s'empressa de mettre en pratique ces moyens si simples dans leur exécution, si intéressants dans leurs résultats, et la photographie sur papier reçut bientôt une impulsion extraordinaire. Aussi ne fut-il pas difficile de prévoir dès ce moment qu'elle ne tarderait pas à s'enrichir de modifications importantes et à marcher rapidement vers le degré de perfection qui lui manquait. Obtenus en effet par les procédés décrits en 1847 par M. Blanquart-Évrard, les dessins photographiques étaient encore fort au-dessous des produits de la plaque daguerrienne. On y cherchait en vain la rigueur, la délicatesse du trait, l'admirable dégradation de teintes qui font le charme des épreuves métalliques. Le motif de cette infériorité était facile à comprendre. La surface plane et polie d'un métal offre, pour l'exécution d'un dessin photographique, des facilités sans pareilles; au contraire, la texture fibreuse du papier, ses aspérités, la communication capillaire qui s'établit entre les diverses parties de sa surface inégalement impressionnées, sont autant d'obstacles qui s'opposent à la rigueur absolue des lignes comme à l'exacte dégradation des lumières et des ombres. Les défauts des images obtenues par les procédés de M. Talbot ne tenaient donc qu'au papier lui-même. La nature fibreuse du papier, l'inégalité de son grain, l'impureté de sa pâte, son extension variable et irrégulière pendant son immersion dans les différents liquides, telles étaient les causes des difficultés que rencontraient les opérateurs. Le problème du perfectionnement de cette nouvelle branche de la photographie consistait donc à fournir au papier, au lieu de sa surface inégale et rugueuse, une surface homogène et parfaitement plane, imitant en quelque chose le poli si parfait des plaques métalliques. Ce problème capital fut en partie résolu par la découverte de la *photographie sur verre*. Comme

ce nom de *photographie sur verre* est susceptible d'amener quelque confusion dans l'esprit du lecteur, nous devons préciser avec soin la nature de ce nouveau procédé.

La photographie sur verre n'est, à proprement parler, qu'une modification de la photographie sur papier. Au lieu de former sur le papier l'image négative, on la forme sur une lame de verre ou de glace que l'on a préalablement revêtue d'une couche d'albumine ; le dessin négatif produit sur cette glace sert ensuite à obtenir sur le papier l'image positive.

Les moyens pratiques de la photographie sur verre sont d'une exécution fort simple. Sur la glace qui doit recevoir l'image négative on étend une légère couche d'albumine liquide ou blanc d'œuf, dans laquelle on a dissous un peu d'iodure de potassium. Une fois sèche, cette couche d'albumine forme une surface homogène et d'un poli parfait, éminemment propre à donner aux lignes du dessin un contour arrêté. Ainsi recouverte d'albumine, la lame de verre est imbibée avec le composé d'argent employé dans la photographie sur papier, et l'on exécute sur sa surface toutes les opérations que l'on fait sur le papier quand on veut obtenir une image négative. Celle-ci obtenue, constitue un cliché ou une épreuve négative sur verre qui sert à produire l'image directe. Cette dernière image se forme sur une feuille de papier en se servant des moyens habituels. Le verre ne sert donc qu'à préparer l'image négative : c'est là un point qu'il importe de bien faire remarquer pour éviter certaines confusions que beaucoup de personnes commettent à cet égard.

Les épreuves obtenues par l'intermédiaire de la glace albuminée se reconnaissent aisément à la rigueur extraordinaire, à la correction du dessin, à ses contours admirablement arrêtés : elles peuvent presque rivaliser, sous ce rapport, avec les produits de la plaque (1).

(1) La photographie sur verre a été imaginée par M. Niepce de Saint-

Cependant la formation d'un cliché négatif avec une lame de verre recouverte d'albumine était une opération assez délicate. Il fallait que l'albumine fût étendue d'avance sur la glace et séchée lentement par l'évaporation dans un lieu tranquille. En outre, l'enduit albumineux mélangé au sel d'argent avait l'inconvénient de diminuer notablement sa sensibilité à l'action de la lumière; de telle sorte que, pour la rapidité d'impression, la glace albuminée restait bien au-dessous de la plaque daguerrienne. On s'efforçait donc de perfectionner ce procédé nouveau, de manière à rendre son emploi plus facile ou à diminuer le temps nécessaire à l'impression lumineuse, lorsqu'une heureuse inspiration vint répondre, sous ce rapport, à tous les désirs des photographes.

Dans une brochure qui parut en janvier 1851, M. G. le Gray annonçait avoir fait usage, sans beaucoup de succès, du *collodion*, pour remplacer l'albumine dans la photographie sur verre. Pendant la même année, un photographe de Londres, M. Archer, publia une description très complète des procédés et moyens qui sont nécessaires pour faire usage du collodion en photographie. Les procédés publiés par M. Archer furent aussitôt mis en pratique, et l'on reconnut promptement toutes les ressources que cette matière nouvelle fournit aux opérations photographiques.

Le *collodion* est, comme on le verra dans le troisième volume de cet ouvrage, le produit de l'évaporation d'une dissolution de coton-poudre dans l'éther sulfurique alcoolisé. En s'évaporant, cette dissolution laisse un enduit visqueux qui s'obtient en

Victor, neveu de Joseph Niepce, le premier inventeur de la photographie. Comme nous avons tenu à rassembler dans les notes de ce volume tous les mémoires ou pièces qui ont en photographie un intérêt historique, nous reproduisons (Note VII) les deux mémoires publiés en 1847 et 1848 par M. Niepce de Saint-Victor, où se trouve émise pour la première fois l'idée de la photographie sur verre.



quelques minutes; or cette pellicule formée à la surface du verre se prête merveilleusement aux opérations photogéniques. Elle s'imprègne très bien du composé d'argent, et elle s'impressionne au contact des rayons lumineux avec une rapidité étonnante. Le collodion active à un tel point l'impression photogénique que M. Archer et d'autres photographes ont pu reproduire, par son emploi, l'image des corps animés d'un mouvement rapide, tels que les vagues de la mer soulevées par le vent, une voiture emportée sur un chemin, un cheval au trot, un navire à vapeur en marche avec son panache de fumée noire et l'écume qui jaillit au choc de ses roues.

On comprend sans peine, dès lors, que le collodion ait été accueilli avec une grande faveur par les photographes. Le portrait, qui ne pouvait s'obtenir qu'à grand'peine sur la glace albuminée, en raison de la lenteur d'impression de la matière sensible, s'exécute par le collodion avec la plus grande facilité, de sorte que cette matière est aujourd'hui partout la seule en usage pour l'exécution des portraits.

L'emploi des glaces recouvertes d'un enduit de collodion ou d'albumine est donc le moyen le plus parfait que l'on possède aujourd'hui pour la production des images sur papier. En même temps qu'elle permet de multiplier à volonté les copies d'un cliché primitif, la photographie sur verre a en outre l'avantage de donner des images d'une finesse presque égale à celle des produits de la plaque daguerrienne; grâce à ces conditions, elle a presque entièrement détrôné la photographie sur plaque, qui ne compte plus aujourd'hui que de bien rares partisans. Cependant, il ne faut pas s'y méprendre, on ne saurait considérer la photographie sur verre comme un procédé définitif dans cet art. Quels que soient les avantages qu'elle procure, on ne doit la considérer que comme une sorte d'expédient temporaire. La photographie sur verre n'a point résolu, on peut dire, les difficultés de la question de la photographie sur papier, elle n'a fait

que tourner l'obstacle. En raison de leur poids considérable, de leur fragilité et de leur prix, les plaques de verre amènent dans la pratique des embarras de tout genre qu'il serait superflu d'énumérer. Pour le voyageur photographe, ce genre de procédé est à peu près sans valeur, et, d'un autre côté, on ne peut guère espérer en tirer parti pour les applications futures de la photographie aux arts industriels. Un cliché qu'une simple distraction peut réduire en mille pièces ne pourra jamais devenir un instrument à l'usage de l'industrie. Il faut ajouter, en se plaçant à un autre point de vue, que l'épreuve sur verre est tellement fine, qu'elle en devient dure et sèche. De plus, elle a généralement le défaut de traduire sans vérité les tons de la nature; de telle sorte que si elle est irréprochable pour la ligne, elle est loin d'avoir le même mérite pour l'exacte valeur des tons du modèle. La ténuité excessive de la couche de collodion ou d'albumine, ou quelque autre cause dépendant du procédé lui-même, rendent compte de ce résultat.

Ce serait donc s'engager dans une voie fâcheuse que de se préoccuper outre mesure de la photographie sur verre. Cette méthode ne peut, selon nous, être acceptée qu'à titre de moyen transitoire. L'importance future et l'avenir de la photographie sont tout entiers dans le cliché négatif obtenu sur le papier. Les moyens, si remarquables dans leurs résultats, que l'on applique aujourd'hui au verre, il faudrait pouvoir les transporter sur le papier. Nous ne mettons pas en doute qu'en entrant dans cette voie de recherches, on n'arrive un jour à obtenir sur le papier des épreuves négatives offrant autant de finesse que les images sur verre et qui l'emporteront de beaucoup sur ces dernières au point de vue de l'effet artistique. Un certain nombre de travaux ont été entrepris depuis deux ans dans cette direction; énumérons-les rapidement.

M. Blanquart-Évrard a essayé de remplacer la lame de verre par une feuille de papier sur laquelle on étendrait l'albumine;

en d'autres termes, il a proposé de supprimer le verre et d'opérer directement sur le papier avec la couche d'albumine. Mais la lenteur extrême avec laquelle s'effectue, dans ce cas, l'impression lumineuse, a fait rejeter l'emploi des papiers albuminés.

Une découverte plus importante est celle dont MM. le Gray et Fabre de Romans se disputent la priorité : c'est l'emploi, pour la préparation des images négatives, de papier imbibé de cire. L'interposition de la cire fait disparaître les inconvénients qui résultent de l'inégalité du grain et de la pâte du papier, et sous le rapport de la pureté des lignes, les dessins sur papier ciré atteignent presque à la perfection des images sur verre. Un autre avantage, et peut-être le plus sérieux que présente le papier ciré, c'est qu'il peut être employé à sec, et permet ainsi au voyageur qui va relever au loin la vue d'un monument ou d'un paysage, d'exécuter sur les lieux et sans la moindre difficulté les opérations photographiques.

Peut-être néanmoins pourrait-on élever contre l'emploi des papiers cirés le reproche de donner trop de ténuité à la couche impressionnable du sel d'argent, circonstance qui a pour résultat d'enlever au dessin une partie de sa vigueur. En sa qualité de corps gras, la cire est difficilement miscible aux liquides, qu'elle semble, pour ainsi dire, repousser; il résulte de là que la quantité de sel d'argent que peut absorber le papier pénétré de cire est sensiblement moindre que quand on opère avec d'autres substances organiques. Cette circonstance nous paraît expliquer la supériorité que présentent sur la cire les substances organiques miscibles à l'eau, et notamment la gélatine, si habilement mise à profit par l'un de nos photographes les plus distingués, M. Baldus. M. Baldus a fait connaître les procédés qu'il met en usage : la gélatine étendue sur le papier pour la préparation de l'image négative, telle est la base de sa méthode opératoire, qui, à cela près de l'addition de la gélatine,

n'est autre chose que le procédé primitif de photographie sur papier de M. Talbot. C'est en faisant usage de ce procédé si simple pour la reproduction des monuments et des paysages que M. Baldus produit les œuvres remarquables que tout le monde a admirées (1).

Ici cependant doit trouver place une remarque générale relative à ces matières organiques que l'on a été conduit à déposer sur le papier, dans le but de modifier sa contexture physique. L'emploi de la cire, de la gélatine et de quelques produits analogues, présente, pour la rigoureuse exécution de l'image photographique, des avantages considérables; mais le mélange de ces corps étrangers avec les sels d'argent que la lumière doit impressionner devient la source d'un inconvénient grave, en ce qu'il diminue notablement la sensibilité de l'agent chimique, de telle sorte que le temps nécessaire pour la production de l'empreinte photographique doit être beaucoup plus long quand on opère avec les papiers recouverts de gélatine ou de cire, que quand on agit avec le papier n'ayant subi aucune préparation. On est ainsi forcé de prolonger beaucoup plus longtemps l'exposition dans la chambre obscure. Aussi l'emploi des papiers recouverts de cire ou de gélatine ne donne-t-il réellement de beaux résultats que pour la reproduction des monuments, du paysage ou de la nature morte. Quant au portrait, qui exige une courte exposition lumineuse, les résultats sont toujours médiocres, et l'on est obligé de recourir au collodion.

Ces observations font comprendre le *desideratum* capital que laissent aujourd'hui les procédés de la photographie sur papier. Grâce à l'emploi de la gélatine, de la cire et des substances analogues, on peut obtenir des résultats très remarquables, tant sous le rapport de la correction et de la finesse du dessin, que

(1) Nous rapportons à la fin du volume (Note VIII) la description technique des procédés de M. Baldus, extraite du mémoire qu'il a publié sur ce sujet.

pour l'exacte traduction des tons de la nature ; mais ces moyens nécessitent une exposition trop longue dans la chambre obscure. Applicables au monument et à la nature morte, ces moyens ne peuvent réussir dans le portrait et dans la reproduction des scènes animées. Il faut, dans ce dernier cas, recourir à la glace recouverte de collodion ou d'albumine, et l'on se trouve ainsi fâcheusement ramené à cette photographie sur verre, dont il importerait, non de proscrire, mais de bannir les applications, dans l'intérêt bien entendu des arts photographiques. La photographie sur papier se trouve donc aujourd'hui au point où en étaient, en 1841, les procédés du daguerréotype ; pour la porter à son dernier degré de perfection, il reste à découvrir des *agents accélérateurs* qui, en diminuant le temps de l'exposition dans la chambre obscure, permettent d'appliquer dans toutes les circonstances des moyens qui, dans l'état présent des choses, sont forcément limités à un certain nombre de cas, c'est-à-dire permettent d'employer sur une simple feuille de papier, pour la production des clichés négatifs, des substances très rapidement impressionnables à la lumière, comme le collodion, que l'on ne peut aujourd'hui employer que sur la glace.

Nous venons de présenter l'histoire de la photographie, d'exposer ses perfectionnements successifs et d'indiquer son état présent. Est-il nécessaire d'ajouter que, pour clore la série de ces créations remarquables, un dernier pas reste à franchir ? Tous nos lecteurs l'ont dit avant nous, car c'est là le problème que l'impatience des gens du monde ne cesse de poser à la sagacité des savants : il reste à reproduire les couleurs. Aux produits déjà si merveilleux de l'appareil de Daguerre, à ces images d'une si admirable délicatesse, d'une fidélité si parfaite, il faut ajouter le charme du coloris ; il faut que le ciel, les eaux, toute la nature inanimée ou vivante, puissent s'imprimer sous nos yeux en conservant la richesse, la variété, l'harmonie de

leurs teintes. L'action de la lumière nous donne aujourd'hui des dessins, il faut que ces dessins deviennent des tableaux. Mais, avant tout, le fait est-il réalisable et la reproduction spontanée des couleurs ne dépasse-t-elle point la limite des moyens dont la science dispose de nos jours?

Si l'on eût, il y a quelques années, adressé cette question à un savant initié aux lois générales de l'optique, il n'eût guère hésité à condamner une telle espérance. « Rien n'autorise, aurait-il dit, rien ne justifie l'espoir de fixer un jour les images de la chambre obscure en conservant leurs teintes naturelles; aucune des notions que nous avons acquises sur les propriétés et les aptitudes de l'agent lumineux ne se trouve liée à un phénomène de cet ordre. On comprend, au point de vue théorique, l'invention de Daguerre et le parti qu'on en a tiré. Il a suffi, pour en venir là, de trouver une substance qui, au contact des rayons lumineux, passât du blanc au noir ou du noir au blanc. Il n'y avait dans cette action rien de très surprenant en fin de compte, rien qui ne fût en harmonie avec les faits que l'optique nous enseigne; mais de là à l'impression spontanée des couleurs il y a véritablement tout un monde de difficultés insurmontables. Remarquez, en effet, qu'il s'agit de trouver une substance, *une même substance* qui, sous la faible action chimique des rayons lumineux, puisse être influencée de telle manière que chaque rayon inégalement coloré provoque en elle une modification chimique particulière, et de plus que cette modification ait pour résultat de donner autant de composés nouveaux reproduisant intégralement la couleur propre au rayon lumineux qui les a frappés. Il y a dans ces deux faits, et surtout dans l'accord de ces deux faits, des conditions tellement en dehors des phénomènes habituels de l'optique, que l'on peut affirmer sans crainte qu'un tel problème est au-dessus de toutes les ressources de l'art. »

Ainsi eût parlé notre physicien, et certes il eût trouvé peu

de contradicteurs. Cependant une observation inattendue est venue changer toute la face de la question. En 1848, M. Edmond Becquerel a réussi à imprimer sur une plaque d'argent l'image du *spectre solaire*. On sait ce que les physiciens entendent par spectre solaire. La lumière blanche, la lumière du soleil, résulte de la réunion d'un certain nombre de rayons diversement colorés dont l'impression simultanée sur notre œil produit la sensation du blanc. Si l'on dirige, en effet, un rayon de soleil sur un verre transparent taillé en prisme, les différents rayons composant ce faisceau de lumière sont inégalement réfractés dans l'intérieur du verre; au sortir du prisme, ils se séparent les uns des autres, ils divergent en éventail, et viennent former, sur l'écran où on les reçoit, une image oblongue dans laquelle on retrouve isolées toutes les couleurs simples qui composent la lumière blanche; on y voit assez nettement indiqués le rouge, l'orangé, le jaune, le vert, le bleu, l'indigo et le violet. On donne le nom de *spectre solaire* à cette bande colorée qui provient de la décomposition de la lumière. C'est là l'image que M. Edmond Becquerel est parvenu à imprimer sur une plaque d'argent préalablement exposée à l'action du chlore. Ce fait démontre que la reproduction photogénée des couleurs est une opération désormais réalisable, car il fait voir qu'il existe des agents chimiques capables de s'impressionner au contact des rayons lumineux, de manière à conserver les teintes des rayons qui les ont frappés.

Il ne faudrait pas cependant s'exagérer la portée de cette expérience. L'observation de M. Becquerel présente une valeur théorique de premier ordre, mais elle ne fournit encore aucun moyen pratique d'arriver à la reproduction des couleurs. En effet, cette image colorée ne peut être fixée par aucun agent chimique; par conséquent, lorsqu'on l'expose à la clarté du jour, le chlorure d'argent continuant de s'impressionner, la surface entière de la plaque devient noire, et tout s'évanouit;

pour l'empêcher de se détruire, il faut la conserver dans une obscurité complète. Une autre circonstance défavorable, c'est l'extrême lenteur avec laquelle s'accomplit l'impression lumineuse. L'action directe du soleil s'exerçant pendant deux heures est indispensable pour obtenir un effet; aussi les images de la chambre obscure sont-elles trop faiblement éclairées pour agir ainsi sur la plaque : des journées entières n'y suffiraient pas. Il faut mentionner enfin une circonstance plus grave. Les couleurs simples, les teintes isolées du spectre sont jusqu'ici les seules que l'on ait pu fixer; les teintes composées, c'est-à-dire toutes celles qui appartiennent aux objets éclairés par la lumière ordinaire, ne s'impriment jamais sur le chlorure d'argent : les objets blancs, par exemple, au lieu de laisser cette couleur sur la plaque, s'y impriment en noir.

Ainsi, le fait découvert par M. Becquerel est loin de justifier toutes les espérances que l'on a pu concevoir à ce sujet. Il démontre seulement, contrairement à tout ce que l'on avait pensé jusqu'ici, que le problème de la reproduction photogénée des couleurs pourra recevoir un jour quelque solution, et que les personnes qui s'adonneront à ce genre de recherches ne trouveront plus, comme autrefois, dans les principes de la science, la condamnation anticipée de leurs tentatives. Quelque limitée qu'elle soit dans ses conséquences actuelles, cette observation n'en conserve pas moins son importance. On peut espérer, en effet, que des travaux bien dirigés feront découvrir d'autres agents chimiques jouissant des propriétés du chlorure d'argent et répondant mieux que ce composé aux exigences de l'application pratique.

Déjà M. Niepce de Saint-Victor, se vouant avec persévérance à ces difficiles recherches, a été conduit à quelques résultats intéressants. M. Edmond Becquerel a découvert, avons-nous dit, qu'une lame de plaqué d'argent immergée dans une dissolution de chlore, acquiert la propriété extraordi-

naire de reproduire les couleurs du spectre. Poursuivant l'examen de ce phénomène, M. Niepce de Saint-Victor a reconnu que la coloration du chlorure d'argent en diverses teintes, sous l'influence de la lumière, dépend de la proportion de chlore qui existe dans les bains où l'on plonge la lame d'argent, de telle manière que l'on peut voir apparaître telle ou telle couleur, selon la quantité de chlore contenue dans le bain. Ainsi, selon M. Niepce, lorsque la quantité de chlore est la plus petite possible, la couleur dominante est le jaune; à mesure que le chlore devient plus abondant, la couleur dominante est tour à tour le vert, le bleu, l'indigo, le violet, le rouge, l'orangé : ces deux dernières couleurs n'apparaissent que lorsque la solution est entièrement saturée de chlore. M. Niepce a encore reconnu que certains chlorures métalliques, et particulièrement le chlorure de cuivre et le deutochlorure de fer, donnent beaucoup plus facilement naissance à des images colorées que la simple dissolution aqueuse de chlore employée par M. Becquerel. Partant de ces remarques, M. Niepce de Saint-Victor a pu reproduire sur une plaque chlorurée certaines couleurs naturelles. Pour obtenir telle ou telle couleur, le jaune par exemple, M. Niepce prend une dissolution de chlorure de fer ou de chlorure de cuivre, contenant à peu près la quantité de chlore nécessaire pour faire apparaître la teinte jaune dans le spectre solaire; pour donner naissance, sur une même plaque, à toutes les couleurs à la fois, il se sert d'une dissolution de chlorure contenant à peu près la quantité de chlore qui correspond aux rayons jaunes ou verts, c'est-à-dire aux rayons moyens du spectre.

Voici comment opère M. Niepce pour obtenir les reproductions de gravures coloriées qu'il a soumises à l'examen de l'Académie des sciences. Il prépare, avec une quantité convenable de chlorure de fer ou de cuivre, une dissolution dans laquelle il immerge, pendant huit à dix minutes, une

plaque de cuivre argenté; cette plaque se recouvre de chlorure d'argent par suite de la réaction du chlorure sur le métal. Chauffée légèrement au sortir du bain, à la flamme d'une lampe à esprit-de-vin, elle est propre à recevoir l'image colorée. Si l'on applique, en effet, contre cette lame métallique, une de ces gravures sur bois grossièrement enluminées que le commerce fournit à bas prix, et qu'on expose le tout à l'action directe du soleil, au bout d'un quart d'heure la gravure se trouve reproduite sur le métal avec des teintes colorées qui ne s'éloignent pas trop de celles du modèle.

Le fait découvert par M. Niepce, de la reproduction spontanée de certaines couleurs, offre beaucoup d'intérêt; cependant il ne faudrait pas vouloir en pousser trop loin les conséquences, ni prétendre qu'il doit bientôt conduire à la reproduction photogénée des couleurs. De graves considérations, empruntées aux principes les mieux établis de la physique, démontreraient sans peine la proposition contraire. Ces considérations nous les reproduirons en peu de mots.

L'image colorée que l'on obtient sur le chlorure d'argent n'est point le résultat final de l'action chimique de la lumière, ce n'est qu'une période, qu'un degré transitoire de cette action; si l'influence des rayons lumineux continue de s'exercer, les couleurs primitivement obtenues ne tardent pas à disparaître, et la plaque revêt dans toutes ses parties une teinte uniforme. Aussi, pour conserver intacte cette impression colorée, faut-il en quelque sorte la saisir au passage, arrêter à un certain moment l'exposition à la lumière, et conserver ensuite dans un lieu obscur la plaque ainsi modifiée. Si on l'abandonnait plus longtemps à l'action des rayons lumineux, le chlorure d'argent continuerait de s'altérer, et tout disparaîtrait. Pour rendre permanente l'impression colorée, il faudrait donc posséder un moyen de la fixer, comme on fixe l'image ordinaire du daguerréotype sur plaque. Mais ici les difficultés naissent en

foule. En effet, la matière à laquelle on pourrait recourir pour fixer les couleurs formerait, à la surface de la plaque, une couche qui serait ou translucide, ou opaque. Si la couche était translucide, la lumière, la traversant, irait agir sur l'image, et, par son action chimique, détruirait en quelques instants ses couleurs. Si la couche fixante était opaque, elle ne pourrait reproduire les teintes de l'image primitive, qu'à la condition de revêtir, aux différents points de la plaque, des tons correspondants aux parties de l'image photogénée qu'elle recouvrirait. On voit par là à quelle série d'impossibilités on se trouve conduit. Il ne faut point oublier, en effet, que dans les images obtenues sur plaque par les procédés de Daguerre, rien ne subsiste de la substance primitive qui a reçu l'impression de la lumière; les différents composés dont on a fait usage, l'iodure, le bromure d'argent que la lumière a modifiés, sont remplacés par un dépôt de mercure, de telle manière que les sels d'argent n'ont servi que d'intermédiaire, et qu'en fin de compte et toutes les manipulations terminées, il ne reste plus sur la plaque daguerrienne que du mercure et de l'argent. Ce sont des opérations du même genre qu'il faudrait pouvoir accomplir pour rendre permanentes les images colorées de M. Niepce. Mais rien jusqu'à ce moment n'a donné l'espoir d'atteindre un tel résultat.

Une seconde considération concourt à enlever beaucoup de leur valeur pratique aux faits observés par M. Niepce de Saint-Victor. On démontre en physique que la lumière colorée qui émane des différents objets est toujours mêlée d'une certaine quantité de lumière blanche. Le rouge le plus vif, le bleu le plus intense émettent, en même temps que les rayons colorés qui leur sont propres, une quantité notable de lumière blanche. Par conséquent, toutes les fois que l'on essaiera de reproduire par le daguerréotype les couleurs naturelles, cette lumière blanche venant se mêler aux rayons colorés qui émanent de

chaque objet, introduira, dans les résultats de l'action chimique, des effets complexes et dont il sera impossible de tenir compte par avance. Cette circonstance, si grave, explique ce fait, que jusqu'à ce moment M. Niepce ait toujours échoué, lorsque, au lieu de reproduire simplement des gravures coloriées par l'action de la lumière solaire, il a essayé de fixer une image prise dans la chambre obscure. Dans ce cas, l'impression, au lieu d'être revêtue de diverses couleurs, présente une teinte uniforme.

Poursuivies dans leurs dernières conséquences, ces réflexions amèneraient à rejeter tout espoir de fixer par un agent photographique l'image colorée des objets extérieurs; elles conduiraient à regarder pour ainsi dire ce genre de recherches comme *la pierre philosophale de la photographie*. Cependant l'habile et persévérant auteur des travaux que nous venons d'analyser pourrait ne pas laisser ces objections sans réponse; il pourrait à bon droit nous dire que l'étude chimique de la lumière est féconde en surprises, que la lumière est encore aujourd'hui le moins connu de tous les agents physiques, et que l'on a vu depuis quelques années se succéder, dans les phénomènes de cet ordre, tant de faits extraordinaires, qu'il se pourrait bien que quelque observation soudaine vînt renverser du premier coup tout l'échafaudage de nos raisonnements théoriques. Cette réplique aurait sa justesse, et nous la laissons subsister comme un encouragement pour M. Niepce à poursuivre l'examen des faits curieux qu'il étudie.

Nous voudrions d'autant moins contribuer à détourner de ses travaux cet ingénieux physicien, qu'il est peu de personnes aussi dignes que lui de la sympathie publique. Le récit des circonstances qui ont amené M. Niepce à s'occuper de recherches scientifiques permettra de juger de l'intérêt que sa situation peut inspirer.

En 1842, l'administration de l'armée manifesta l'intention

de changer en couleur *aurore* la couleur distinctive *rose* des premiers régiments de dragons : on désirait n'être pas obligé de défaire les uniformes confectionnés. La question des moyens à employer pour remplir cet objet assez délicat, ne laissait pas d'embarrasser l'administration, lorsqu'on apprit qu'un lieutenant de dragons de la garnison de Montauban s'offrait à remplir cette condition difficile. Le lieutenant fut mandé à Paris par le ministre de la guerre; on soumit à une commission le moyen qu'il proposait, et qui consistait à passer avec une brosse un certain liquide qui opérait la réforme désirée, sans qu'il fût même nécessaire de découdre les fracs. L'exécution de ce procédé expéditif épargna au trésor un déboursé de plus de cent mille francs. Après avoir reçu, avec les compliments de ses chefs, une gratification de cinq cents francs du maréchal Soult, le lieutenant reprit le chemin de Montauban. Ce lieutenant s'appelait Niepce de Saint-Victor; il était neveu de Joseph Niepce, le Christophe Colomb de la photographie.

Pendant son séjour à Paris, M. Niepce avait pris le goût des manipulations scientifiques. La découverte de son oncle avait jeté sur le nom qu'il portait une gloire impérissable, et comme par une sorte de piété de famille, il se sentait instinctivement poussé dans les voies de la science. Il commença donc à s'occuper de questions dont il n'avait pas eu jusque-là la moindre idée, et s'attacha particulièrement à l'étude des phénomènes daguerriens. Mais une ville de province offre peu de ressources à une personne placée dans la situation où se trouvait M. Niepce. Convaincu que la capitale lui offrirait plus d'avantages pour continuer ses recherches, il demanda à entrer dans la garde municipale de Paris. Il y fut admis en 1845 avec le grade de lieutenant, et fut caserné avec sa brigade au faubourg Saint-Martin. C'est alors que M. Niepce découvrit les curieux phénomènes auxquels donne naissance la vapeur d'iode quand elle se condense sur les corps solides. Il démontra, en 1847, que

l'inégale absorption de la vapeur d'iode par les différents corps qui la reçoivent se trouve liée à la *couleur des corps absorbants*, phénomène étonnant, dont l'explication physique soulève beaucoup de difficultés, et qui mériterait d'être étudié d'une manière approfondie. A la suite de ce premier travail, qui commença à attirer sur lui l'attention, M. Niepce imagina la photographie sur verre, découverte qui sera pour lui un titre de gloire durable.

Ces intéressantes recherches, qui apportaient aux progrès de la photographie un si puissant secours, M. Niepce les exécutait dans le plus étrange des laboratoires. Il y avait à la caserne Saint-Martin une salle toujours vide : la salle de police des sous-officiers; c'est là qu'il avait installé son officine. Le lit de camp formait sa table de travail, et sur les étagères qui garnissaient les murs, se trouvaient disposés les appareils, les réactifs et tout le matériel indispensable à ses travaux. C'était un spectacle assez curieux que ce laboratoire installé en pleine caserne; c'était surtout une situation bien digne d'intérêt que celle de cet officier poursuivant avec persévérance des travaux scientifiques malgré les continuelles exigences de sa profession. Nos savants sont plus à l'aise d'ordinaire; ils ont, pour s'adonner à leurs recherches, toute une série de conditions favorables entretenues et préparées de longue main par un budget clairvoyant. Ils ont de vastes laboratoires où tout est calculé pour faciliter leurs travaux; après avoir eu des maîtres pour les initier, ils ont des disciples auxquels ils transmettent avec bonheur les connaissances qu'ils ont acquises; quand le succès a couronné leurs efforts, ils ont le public qui applaudit à leurs découvertes, l'Académie qui les récompense, et au loin la gloire qui leur sourit. M. Niepce était seul; comme il avait été sans maître, il était sans disciples; sa solde de lieutenant formait tout son budget, une salle de police lui servait de laboratoire. Le jour, dans tout l'attirail du savant, il se livrait à des recherches de

laboratoire entrecoupées des mille diversions de son état; la nuit, il s'en allait par la ville, le casque en tête et le sabre au côté, veillant en silence à la tranquillité de nos rues, et s'efforçant de chasser de son esprit le souvenir inopportun des travaux de la journée.

En dépit des obstacles d'une position si exceptionnelle, M. Niepce avançait avec bonheur dans la voie scientifique, et tout faisait espérer qu'une réussite brillante viendrait couronner ses efforts. Mais il avait compté sans la révolution de février. Les révolutions sont impitoyables; elles n'épargnent pas plus l'asile du savant que le palais des rois. Le 24 février, l'insurrection triomphante entra dans la caserne du faubourg Saint-Martin; elle commença par la saccager, puis elle y mit le feu. Ce laboratoire élevé avec tant de soins et de sollicitude, les produits, les spécimens précieux de ses travaux, le modeste mobilier du lieutenant, tout périt dans ce désastre irréparable. J'eus occasion de voir M. Niepce après cette triste journée. Il s'était retiré dans le haut du faubourg Saint-Martin, chez un de ses parents, ecclésiastique : peu de jours auparavant, sur la place de l'Hôtel-de-Ville, quelques gardes municipaux, reconnus, avaient manqué être victimes de la fureur d'un peuple égaré. Il vivait donc chez son parent, attendant des jours meilleurs; et c'était, je vous l'assure, un spectacle pénible que cet homme de cœur contraint de suspendre à son chevet son épée devenue inutile à la défense des lois, que ce savant réduit à pleurer la perte de son sanctuaire dévasté. Cependant, comme à la fin tout devait reprendre sa place, M. Niepce fut incorporé dans la garde républicaine de Paris, au moment de son organisation. Il y reçut le grade de capitaine. Tant bien que mal, il s'est composé un nouveau laboratoire, et si la curiosité vous portait un jour à entrer dans la caserne de la rue Mouffetard, vous apercevriez au fond de la grande cour des exercices un pavillon à deux étages, bâti au-devant d'un jardin. Dans ce

pavillon est le logement du capitaine Niepce. La première pièce, aux murs froids et nus, sans autres meubles qu'une table, une fontaine et quelques planches chargées de flacons, forme le laboratoire. Un sabre à brillante poignée suspendu au-dessus de la porte, et quelques gravures coloriées tapissant le mur, traduisent suffisamment la situation et le noble but que s'est imposé le modeste habitant de ce lieu, qui, par sa patience tenace et réfléchie à la poursuite d'une même idée, par les sacrifices qu'il s'impose, par les ressources de son esprit pénétrant, rappelle en certains côtés notre Bernard Palissy.

Nous avons été amené à entrer dans les détails qui précèdent, en considérant combien la conduite de M. Niepce contraste avec celle d'un personnage qui, aux États-Unis, s'est occupé, à l'exemple de notre compatriote, du problème de la reproduction des couleurs. Il est peu de nos lecteurs qui n'aient entendu parler de M. Hill, de New-York, et de sa découverte d'images colorées obtenues au daguerréotype. Tout le bruit que l'on a fait à propos de cette affaire n'était autre chose que ce qu'on nomme en Angleterre un *puff*, et en Amérique un *attrape penny*. Cette mystification qui, hardiment conduite, a valu à son auteur un bénéfice net de deux cent mille francs, vaut la peine d'être racontée.

Les États-Unis sont sans aucun doute le pays de la terre où les arts photographiques ont aujourd'hui le plus d'adeptes : on y compte environ dix mille photographes (1). De ce nombre

(1) Nous trouvons dans le journal *la Lumière* les détails suivants concernant l'état présent de la photographie à New-York : « L'héliographie, dit ce journal, est devenue une véritable passion aux États-Unis. Cette nation de nations, toute pleine de jeunesse, de vigueur, d'ambition, ne veut pas rester en arrière du vieux monde de la civilisation et des arts. Elle aime surtout le nouveau, et elle n'a pas tout à fait tort. Elle est avide d'inventions utiles et de grandes découvertes... Il y a à New-York 71 ateliers uniquement consacrés à l'art photographique, indépendamment des manufactures où se fabriquent et se vendent les

était M. Hill, pasteur retraité à New-York. Le problème de la reproduction des couleurs par les agents photographiques avait séduit l'imagination du révérend; il s'occupa quelque temps avec zèle et conscience de recherches sur ce sujet. Mais comme tant d'autres, notre expérimentateur échoua dans cette entreprise. Seulement M. Hill, qui paraît connaître le prix du temps, ne voulut pas avoir perdu son année en essais inutiles, et ne pouvant, avec les résultats de son travail, s'élever à la gloire, il résolut de s'en servir pour arriver à la fortune. On va voir comment il y parvint.

Au mois de janvier 1851, un journal spécialement consacré à la photographie, le *Photographic art journal*, qui paraît à New-York, sous la direction de M. Snelling, annonça que, par de longues et minutieuses recherches, un photographe américain venait de découvrir le moyen tant cherché de reproduire avec leurs couleurs naturelles les images de la chambre obscure : cet heureux inventeur, c'était M. Hill qui affirmait avoir en sa possession un grand nombre d'épreuves colorées obte-

produits chimiques, les appareils, les plaques, etc. Ces ateliers, en comptant les propriétaires et les personnes qu'ils emploient, renferment 127 opérateurs, plus 11 femmes et 46 enfants. Le montant des loyers payés annuellement par ces artistes est de 25,550 dollars, ou 137,970 francs... Les Américains font d'énormes dépenses pour leurs ateliers. Ce sont de véritables palais dignes d'entrer en comparaison avec les demeures enchantées que les Orientaux prêtent aux héros les mieux doués de leurs contes. Marbres taillés en colonnes, ou animés sous l'habile ciseau du sculpteur; tentures richement brodées, encadrant des tableaux de prix ; tapis moelleux où le pied repose sans bruit ; volières pleines d'oiseaux de toutes les contrées qui chantent derrière un rideau de plantes rares, dont les fleurs parfument l'air en s'épanouissant à la lumière adoucie du soleil : voilà ce que le photographe américain appelle son *atelier*. Tout y est réuni pour distraire l'âme du visiteur de ses préoccupations pénibles et donner à son visage une expression de calme et de bonheur. Le manufacturier, le médecin, l'avocat, le marchand, l'homme politique même, y oublient le tracas des affaires. Le moyen, après cela, de marchander son portrait à de pareils enchanteurs? »

nues par le daguerréotype. L'auteur de cet article du journal n'avait pu obtenir encore la faveur d'examiner les épreuves, mais un *gentleman* honorablement connu dans la ville et dont il citait le nom, les avait tenues entre les mains et se portait garant de la découverte.

Cette annonce ayant produit tout l'effet qu'il en attendait, M. Hill expédia à tous les photographes des États-Unis une circulaire dans laquelle il promettait de publier prochainement un ouvrage qui fournirait quelques éclaircissements sur sa découverte. L'auteur ajoutait qu'un exemplaire de ce livre serait envoyé à toutes les personnes qui lui feraient parvenir, avec leur adresse, la somme de cinq dollars (25 francs). Au bas de la circulaire, se trouvait un certificat signé de plusieurs noms, attestant que M. Hill était un respectable ecclésiastique à qui toute confiance pouvait être accordée.

Le volume annoncé ne tarda pas à paraître : il contenait cent pages d'impression, et pouvait avoir coûté à l'auteur trente centimes l'exemplaire. Il y a, avons-nous dit, aux États-Unis, dix mille photographes ; trois mille au moins achetèrent le livre ; M. Hill retira donc de sa spéculation environ quatorze mille dollars. Il est bien entendu que l'ouvrage ne disait pas un mot de la reproduction des couleurs ; il ne renfermait que quelques descriptions banales des procédés ordinaires du daguerréotype.

Peu de temps après, M. Hill adressait au *Photographic art journal* une lettre pour expliquer les motifs qui l'avaient détourné de donner, dans sa brochure, la description de son procédé. Ces raisons étaient sans réplique. Il lui restait à découvrir le moyen de fixer la couleur jaune, et dans l'intérêt de sa découverte, il ne voulait rien publier avant d'avoir terminé son œuvre. Une maladie avait interrompu ses travaux, mais il allait avant peu les reprendre, et publier une nouvelle brochure où ses procédés seraient fidèlement décrits. Voici d'ailleurs les

principaux passages de cette lettre qui mérite d'être conservée.

Lettre de M. Hill *à M.* Snelling.

« Il y a quelques mois, j'annonçai en peu de mots sur la couverture de ma dernière publication relative à la photographie, que j'avais résolu le grand problème de la *chromotypie*. C'est la seule chose que j'aie encore publiée à ce sujet; mais comme vous avez eu la bonté de parler de ma découverte dans votre estimable journal, et comme je suis assuré par ce que me disent mes amis et par le grand nombre de lettres que je reçois constamment, que la *phalange daguerrienne* commence à prendre intérêt à cette découverte, je rendrai compte des faits qui y sont relatifs.

» Il y a environ deux ans, je commençai des expériences dans le but de combler ce grand vide de l'art photographique, mais avec peu de foi dans la réussite. Je pensais que certaines circonstances pourraient naître, certaines juxtapositions s'arranger d'elles-mêmes, par lesquelles une image colorée s'imprimerait, au moyen de la chambre noire, sur une surface sensible préparée à cet effet, et que la vapeur du mercure n'étant pas la seule qui possédât une *puissance développante*, quelque autre vapeur ou substance pourrait être trouvée qui, en la développant, conserverait les couleurs de ladite image. Je trouvai un grand nombre de substances qui développent les images dans la *lumière* et dans l'*ombre*. Après des expériences presque innombrables, dans lesquelles je ne produisis rien autre chose que de la *lumière* et de l'*ombre* (à l'exception d'une fois où j'obtins le rouge d'un vêtement de couleur), j'étais sur le point d'abandonner mes recherches, quand je formai tout à fait inopinément un *singulier composé* que j'appliquai à mon expérience, et à l'aide duquel j'obtins une magnifique épreuve colorée. Cette peinture est tout à fait égale à celles que j'ai obtenues depuis.

» Le *composé* dont j'ai parlé plus haut est encore pour moi sans explication, quoique j'aie fait de la chimie l'étude de longues années. Je suis convaincu que c'est une nouvelle substance, ou une combinaison nouvelle de substances, et c'est tout ce que je sais. Il est simple et facile à produire, mais par aucune des lois inscrites dans le grand nombre d'ouvrages de chimie qui me sont familiers. Sans doute pourtant une analyse habile et attentive déterminerait sa nature.

» Mon procédé ne ressemble en rien à ceux de M. Becquerel et de sir John Herschel, et il *diffère essentiellement* de celui de Daguerre. Je dois mon succès à des *sources beaucoup plus humbles*, comme on va le voir. Tout en est parfaitement simple, et un habile daguerréotypiste le posséderait à fond en un jour. Beaucoup d'artistes éminents m'ont assuré que cette découverte aurait une prééminence complète sur le simple daguerréotype; aucune épreuve sur la plaque ne pourrait être mise en comparaison avec ce merveilleux travail des rayons colorés.

» Parmi mes quarante-cinq spécimens, je citerai les suivants :

» 1° Une vue. *Maison rouge, herbe et feuillages verts, troncs et branches d'arbres, vaches de différentes couleurs, vêtements divers étendus sur une corde, ciel bleu.* Le *bleu pâle* et limpide de l'atmosphère qui s'étendait entre la chambre noire et les montagnes éloignées, est répandu délicatement sur la peinture comme par la main d'un grand artiste.

» 2° Scène de soleil couchant, dans laquelle le *jeu des couleurs sur les images* est rendu avec une vérité et une splendeur que je ne saurais décrire.

» 3° Plusieurs portraits, dans lesquels j'ai obtenu *le ton véritable de la peau, le rosé des joues et des lèvres, les yeux bleus ou bruns, les cheveux bruns, blonds ou roux, et toutes les couleurs de la draperie.* La *soie changeante* est rendue avec toute la finesse de ses tons mélangés et toute la richesse de ses couleurs. J'obtiens non-seulement le *rouge*, le *bleu*, l'*orangé*, le *violet*, etc., mais aussi leurs teintes variées. Je sais que c'est dire beaucoup, car j'ai été à même de voir un grand nombre de belles épreuves de daguerréotype dans les mains d'artistes tels que Boot, Brady, Haas, Lewis, Meade frères, A. Morand, Gurney, Thompson, Garit, Walker, Burgess et beaucoup d'autres...

» Je suis tout à fait décidé à pousser mon procédé *aussi loin que possible* avant de le rendre public. Jusque-là le secret le plus strict sera gardé. Ma femme et moi le connaissons seuls, et personne n'en saura le premier mot avant que je sois *parfaitement sûr* d'une indemnité convenable en échange. J'en ai besoin, car je suis pauvre; et si je ne puis obtenir un brevet sans courir les risques auxquels les premiers inventeurs sont généralement sou-

mis, j'ai un plan par lequel je puis assurer mes droits. *Le procédé ne sera point monopolisé par quelques-uns :* mais j'ai l'intention de donner des facilités à tous les artistes de mérite qui s'occupent de daguerréotype, et cela à des *conditions favorables*. Ce que je viens de dire, c'est afin que mes confrères en héliographie qui jugeront convenable de communiquer avec moi puissent connaître ma résolution et ne me forcent point à agir autrement, car je désire préserver autant que possible mon esprit de toute préoccupation étrangère à l'art.

» En souhaitant à votre importante publication tout le succès qu'elle mérite, je suis, monsieur le rédacteur, etc.

» S.-L. Hill.

» *Post-scriptum*. Permettez-moi de dire, en terminant, que je suis extrêmement reconnaissant à plusieurs artistes de Philadelphie et d'ailleurs, qui m'ont visité et ont correspondu avec moi, du vif intérêt qu'ils ont accordé à mon entreprise. Tous ont des droits à ma reconnaissance pour la manière dont ils ont patronné mes publications sur l'art, et probablement avant peu je publierai un autre volume dans lequel je donnerai d'autres détails sur ma découverte. »

Selon l'usage consacré, M. Hill plaçait dans le *post-scriptum* de sa lettre ce qui l'intéressait le plus, c'est-à-dire l'annonce de son nouvel ouvrage. De toutes ses promesses, cette dernière fut la seule à se réaliser, car l'ouvrage parut au bout d'un mois. Ce n'était d'ailleurs qu'une seconde édition de la première brochure avec une addition de quelques pages. Elle coûtait trois dollars et rapporta à l'auteur la moitié de ce que la première édition avait produit, 35,000 francs environ.

Cependant ce n'était pas tout encore, car bientôt un nouveau livre fut promis, qui devait dévoiler « les quatre grands secrets de l'art photographique. » Prix, 25 francs. Cette brochure fut aussi discrète que ses aînées sur les procédés *chromotypiques* de M. Hill. Seulement on lisait l'avis suivant sur la couverture :

« Plusieurs années d'expérience et d'études nous ont amené à la découverte de quelques faits remarquables qui touchent à l'obtention des *couleurs naturelles* dans la photographie : par exemple, nous pouvons produire le bleu, le rouge, le violet et l'orangé ensemble sur une même plaque. Nous pouvons aussi reproduire un paysage avec ses couleurs parfaitement développées, et cela dans un espace de temps trois fois moindre que pour obtenir une image ordinaire : le grand problème est résolu ; bientôt le résultat en sera confié à tous ceux qui voudront payer un prix modéré. »

En même temps, le *Daguerrian journal*, recueil consacré aux arts photographiques, se répandait en éloges sur la découverte de M. Hill. L'éditeur de ce journal se présentait comme le confident secret de l'inventeur et fatiguait sa plume de descriptions enthousiastes. Il écrivait dans son numéro de mai 1851 : « Si Raphaël avait vu une seule de ces épreuves avant de terminer la *Transfiguration*, il eût jeté sa palette et pour jamais renoncé à peindre. » Il baptisait du nom de *Hillotype* un instrument que personne n'avait vu, et publiait le portrait de M. Hill, qu'il considérait comme « l'un des plus grands hommes qui aient vécu. »

Le résultat de ces manœuvres était facile à deviner. Un enthousiasme sans exemple éclata dans les États-Unis pour le nouveau révélateur. Au milieu des élans de l'admiration générale, on ne remarquait aucune des contradictions qui éclataient à chaque assertion nouvelle émise par l'inventeur. Sa maison était assiégée de personnes qui venaient lui offrir une association ou lui proposer d'acheter son brevet. A toutes ces offres, M. Hill répondait avec beaucoup de calme que, pour bien s'entendre, il fallait commencer par étudier avec lui les éléments de la photographie ; il recueillait ainsi des élèves au prix de cinquante dollars pour quelques leçons.

Bientôt le nombre des visiteurs et des élèves devint si grand, que M. Hill fit annoncer qu'à dater de ce jour il fermait sa porte à tout le monde.

Cependant quelques personnes douées de pénétration n'hésitèrent pas à prédire que le révérend trouverait quelque autre moyen d'exploiter l'enthousiasme public, et qu'une nouvelle brochure ne tarderait pas à voir le jour. On ne se trompait pas. Les photographes reçurent le prospectus d'un quatrième ouvrage du prix de trois dollars. Ce prospectus reproduisait les articles pleins d'éloges publiés jusque-là par les différents journaux, et citait les noms de plusieurs personnes honorables qui avaient visité l'auteur, ce qui semblait placer l'invention sous leur patronage. En même temps le lecteur était informé que le meilleur moyen de prendre place dans les souvenirs de M. Hill, était de lui adresser la demande d'un exemplaire au prix indiqué.

Cette quatrième publication parut au mois de mai, avec les fleurs et les beaux jours. Comme la précédente, elle procura un bénéfice considérable à son heureux auteur.

Mais les plus belles choses ont leur terme en ce monde, et, si bien ourdie qu'elle fût, cette mystification ne pouvait pas toujours durer. Elle se termina par la circonstance même qui l'avait produite : née de l'intérêt particulier, elle s'évanouit par la résistance des intérêts qu'elle menaçait. Les fabuleuses annonces du révérend apportaient un immense préjudice aux photographes de New-York et des provinces environnantes. Partout leurs travaux étaient suspendus : chacun voulait attendre la mise en pratique du nouveau système et traitait fort cavalièrement les anciens procédés. L'inventeur se trouva donc assailli de réclamations et sommé, sous toutes les formes, de s'expliquer sans plus de détours sur la réalité de sa découverte. Le *Photographic art journal*, qui avait plus particulièrement prôné et patronné M. Hill, fatigué de ses réponses évasives, voulut le mettre en demeure de s'expliquer d'une manière catégorique. Le directeur de ce journal lui proposa donc de désigner dix à douze photographes auxquels il se contenterait de

montrer ses épreuves, avec toutes les précautions qu'il jugerait nécessaires, et en exigeant d'eux toutes les garanties de discrétion qu'il pourrait imaginer. Cette proposition si modérée, puisque tout se bornait à constater le fait de la découverte, M. Hill la rejeta sous cet ingénieux prétexte qu'il avait contracté avec sa femme l'engagement solennel de ne montrer ses spécimens à personne, de peur que la vue d'une seule épreuve ne fît découvrir son procédé.

Le rédacteur du *Photographic art journal* fut donc contraint de renoncer à l'espoir de contempler les œuvres merveilleuses de M. Hill. Rien ne lui fut montré, pas même ces « vaches de différentes couleurs » dont il avait publié lui-même de si engageantes descriptions.

Comme l'inventeur ne paraissait arrêté que par la crainte de perdre le bénéfice qu'il attendait de ses travaux, un photographe de New-York résolut de lui enlever ce dernier genre de scrupules. Le *Photographic journal* publia une lettre d'un M. Anthony, qui proposait d'ouvrir dans toutes les villes des États-Unis une souscription dont le chiffre serait fixé par M. Hill lui-même. Une fois ce chiffre atteint, la somme demandée par l'inventeur lui serait remise, après constatation, par un jury compétent, de la réalité de sa découverte. En acceptant cette proposition, M. Hill pouvait tout à la fois s'assurer une grande fortune et contribuer au progrès de son art. Or voici la réponse qu'il adressa à M. Anthony, par l'intermédiaire du *Photographic journal*.

A M. Anthony.

« Comme je vous ai promis de vous écrire, je choisis cette occasion de le faire. Depuis que je suis revenu chez moi, j'ai été très souffrant; mon ancienne affection des bronches ayant été excitée de nouveau par un fort rhume. Je n'ai pu travailler un seul jour, et c'est un véritable chagrin pour moi. Pourtant je suis

mieux maintenant, et j'espère pouvoir reprendre mes travaux d'ici à quelque temps.

» Je me suis fait cette question : Comment pourrai-je continuer! Je suis pauvre, et il faut que j'aie les moyens de soutenir ma famille sans embarras; or je ne puis travailler. Des offres d'argent m'ont été faites à New-York ; j'ai reçu d'ailleurs de semblables propositions. Mais ce que j'ai craint de faire jusqu'à présent, je suis décidé plus que jamais maintenant à ne point le faire, c'est-à-dire à ne recevoir aucune avance sur un procédé de la disposition duquel je veux rester complétement libre. Dans de telles circonstances, que pourrais-je faire, sinon de continuer à m'aider moi-même, comme je l'ai fait jusqu'à présent? Aussi, après mûre réflexion, je me suis décidé à publier un autre livre. Il renfermera mon premier ouvrage plus abrégé, et quelques notions nouvelles sur mon procédé.

» Vous recevrez une circulaire plus explicite, et j'espère que vous coopérerez à la vente de ce volume.

» Agréez, etc. S.-L. HILL. »

En reproduisant son éternelle réponse : Prenez mon livre! M. Hill avouait implicitement qu'il était à bout de bonnes raisons. A dater de ce moment, les photographes des États-Unis se sont tenus pour rassurés, et s'applaudissant d'avoir échappé au danger qui avait paru un moment menacer leur industrie, ils ont repris le chemin de leurs ateliers en répétant entre eux le titre de la pièce de Shakspeare : *Much ado about nothing* (*Beaucoup de bruit pour rien*). Ainsi a fini la comédie, et si ce récit n'a pas ennuyé le lecteur, on me pardonnera, je l'espère, la longueur de la digression.

CHAPITRE IV.

Application de la photographie aux sciences physiques et naturelles.

Cette notice serait incomplète si, après avoir exposé l'histoire et l'état présent de la photographie, nous ne faisions connaître les applications principales que cette belle découverte a reçues jusqu'à ce jour. Nous allons donc rappeler, comme complément de cette étude, les applications les plus importantes que les procédés daguerriens ont trouvées dans les sciences et les beaux-arts. Occupons-nous d'abord de ce qui touche aux sciences.

Une des parties importantes de la physique, la *photométrie*, qui traite de la comparaison de l'intensité des diverses sources lumineuses, a emprunté aux procédés photographiques de précieuses ressources d'expérimentation. Avant la découverte du daguerréotype, les physiciens ne pouvaient déterminer avec rigueur l'intensité comparée de deux sources lumineuses, que lorsque celles-ci brillaient simultanément. Les moyens de mesure perdaient la plus grande partie de leur valeur, quand les deux lumières n'étaient pas visibles à la fois. C'est ainsi que l'intensité relative de la lumière solaire et de la lumière des étoiles ou de la lune n'avait pu jusque-là être fixée avec exactitude. L'emploi des moyens photographiques a permis de procéder avec rigueur à cette détermination délicate. Une plaque daguerrienne étant exposée à l'influence chimique de l'image formée au foyer d'une lentille par un objet lumineux, le degré d'altération subie par la couche sensible sert de mesure à l'intensité de la lumière émise. On a pu comparer ainsi avec une entière précision les rayons éblouissants du soleil et les rayons

trois cent mille fois plus faibles de la lune. MM. Fizeau et Foucault ont eu recours aux mêmes moyens pour étudier comparativement les principales sources lumineuses naturelles ou artificielles en usage dans l'industrie, dans les arts et dans l'économie domestique.

Les procédés empruntés à la photographie ont été employés pour enregistrer d'une manière continue les indications de quelques instruments météorologiques, tels que le baromètre et l'aiguille aimantée. Aujourd'hui, grâce à cet admirable artifice, dans quelques observatoires de l'Europe, les instruments de météorologie enregistrent eux-mêmes leurs propres observations. L'aiguille indicatrice de l'instrument vient se peindre sur la surface d'un cylindre qui tourne sur son axe d'un mouvement uniforme et exécute une révolution dans l'espace de vingt-quatre heures. Le cylindre, étant recouvert d'un papier photographique préparé à la manière ordinaire, conserve, dans une sorte de traînée continue, la trace de l'indicateur, et présente ainsi une courbe dont chaque ordonnée indique l'état de l'instrument à l'heure marquée par l'abscisse correspondante.

Dans l'observatoire de Greenwich, en Angleterre, des instruments fondés sur ce principe sont mis en usage depuis quelques années : le gouvernement a honoré d'une récompense de 500 livres sterling le docteur Brooke, auteur de cette belle application des procédés photographiques. Cette méthode d'observation a fait renoncer à la surveillance de jour et de nuit à laquelle on était soumis depuis si longtemps pour relever l'indication des instruments météorologiques ; elle a permis, de plus, de réduire de quatre à deux le nombre des surveillants de l'observatoire magnétique.

C'est surtout, en effet, pour enregistrer les observations magnétiques, c'est-à-dire l'inclinaison et la déclinaison de l'aiguille aimantée, que l'appareil de M. Brooke est en usage à Greenwich. Voici, en quelques mots, le principe de sa dispo-

sition. L'extrémité de l'aiguille aimantée porte un miroir, et l'on fait réfléchir à ce miroir la lumière d'une petite lampe. Lorsque ce miroir se meut, par suite des mouvements divers que subit l'aiguille aimantée dans les différentes variations qu'il s'agit de noter, la lumière de la lampe réfléchie dans ce miroir décrit, sur l'écran où on la reçoit, un arc d'autant plus grand que cet écran est plus éloigné. Or, cet écran, placé dans un lieu obscur, porte un papier photographique. On obtient donc ainsi, sur une surface impressionnable, la trace du mouvement angulaire accompli dans un certain intervalle par l'aiguille aimantée. Maintenant, si l'écran formé par le papier sensible est fixé à un cylindre tournant horizontalement sur son axe une fois en vingt-quatre heures, la marche du point lumineux réfléchi sera indiquée par l'espace influencé sur le papier. Il n'y a donc plus qu'à rendre permanente, à l'aide des procédés ordinaires, l'impression laissée sur la surface sensible; les papiers ainsi obtenus conservent et représentent l'indication des différents mouvements de l'aiguille magnétique pendant le cours de vingt-quatre heures.

On a réussi à Greenwich à employer des moyens semblables pour enregistrer les indications barométriques; mais on n'a pu parvenir encore à les appliquer à l'observation de la marche du thermomètre.

L'éclipse de soleil du mois de juillet 1851 a fourni une preuve intéressante du secours que la photographie peut apporter à l'étude des phénomènes astronomiques. Un grand nombre d'opérateurs ont fixé sur une plaque daguerrienne les différentes phases de cette éclipse. L'une des épreuves les plus remarquables en ce genre, obtenue à Rome en moins d'une seconde par M. Secchi, au moyen d'une lunette astronomique, fut mise sous les yeux de l'Académie des sciences de Paris. Ses dimensions étaient considérables; les bords du disque de la lune s'y trouvaient nettement accusés. En présentant cette

épreuve à l'Académie, M. Faye fit remarquer que de semblables reproductions de l'image solaire par les moyens photographiques pourraient rendre de grands services à l'astronomie. Obtenues par séries à des intervalles de temps égaux, elles permettraient, selon ce savant académicien, de calculer le diamètre de l'astre autour duquel gravite notre système planétaire, aussi bien que la position exacte des taches qu'il présente et sur la nature desquelles tant de discussions se sont élevées. Il serait facile d'avoir dans les cabinets d'astronomie des images du soleil prises dans toutes les saisons; on pourrait ainsi, ajoute M. Faye, déterminer plus exactement qu'on ne l'a fait jusqu'ici, par l'action chimique de ses rayons, la nature de cet astre et son état solide ou gazeux.

Plusieurs physiciens ont cru reconnaître que la lumière solaire émise deux ou trois heures avant midi, diffère, par quelques caractères, de celle qui est émise aux périodes correspondantes après le passage au méridien. Il était donc utile de chercher à apprécier les caractères propres à la lumière solaire aux différentes heures du jour. M. Herschel, M. Edmond Becquerel et quelques autres physiciens, ont construit divers instruments nommés *actinographes*, qui permettent d'arriver à ce résultat. Le degré d'altération d'une couche de bromure d'argent sert de mesure à l'intensité d'action chimique de la lumière émanant du soleil à chaque période de la journée.

L'étude de l'action chimique de la lumière est devenue, dans ces dernières années, l'objet des recherches et des travaux assidus de nos physiciens. M. Edmond Becquerel en France, M. Herschel en Angleterre, M. Moser en Allemagne, M. Draper en Amérique, ont ouvert dans cette direction une voie toute nouvelle, et qui doit aboutir un jour aux découvertes les plus intéressantes sur la nature de l'agent lumineux, sur ses effets physiques et chimiques, sur sa constitution intime, questions qui se rattachent aux parties les plus élevées et les plus délicates

de la physique des corps. Les plaques du daguerréotype, et les papiers sensibles préparés avec les composés chimiquement impressionnables, ont été les moyens et les instruments naturels de ces importantes recherches, qui méritent d'être encouragées et secondées de toutes manières.

Tels sont les services que la photographie a déjà rendus aux sciences physiques; les applications de cette découverte à l'histoire naturelle sont plus variées et plus générales. La possibilité d'obtenir en quelques instants des dessins parfaits d'animaux, de plantes et d'organes isolés, donne aux naturalistes voyageurs la faculté d'accroître indéfiniment les richesses de leurs collections d'études. Les procédés daguerriens constituent donc une des ressources les plus efficaces offertes à l'avancement des sciences naturelles. L'étude si intéressante, mais si peu avancée encore des races humaines, trouvera surtout, dans l'usage de la photographie, la source de ses progrès. L'imperfection de l'anthropologie tient surtout à l'absence d'un musée de types authentiques. On conçoit dès lors l'utilité que présenterait, pour cette science, une collection ethnologique obtenue par la photographie. Les portraits daguerriens des Botocudes, ou naturels de l'Amérique du Sud, apportés en France en 1844 par M. Thiesson, et les études de types africains recueillies par le même artiste dans un voyage postérieur, enfin les spécimens semblables obtenus à Paris par M. Rousseau, en 1854 et 1855, ont montré tout ce que l'anthropologie peut attendre de l'emploi des procédés daguerriens. Le Muséum d'histoire naturelle de Paris a commencé de recueillir une collection de ce genre.

Ajoutons qu'un médecin de la Salpêtrière, en publiant une série de types d'idiots et de crétins, recueillie au moyen de la photographie, a donné un exemple des avantages que peut offrir la photographie pour la description et l'étude de ces tristes affections de l'espèce humaine.

Dès les premières années de la découverte de Daguerre, MM. Donné et Foucault réalisèrent une autre application de la photographie à l'histoire naturelle, aussi curieuse qu'utile. Ils eurent l'idée de daguerréotyper l'image amplifiée des objets microscopiques, et de rendre ainsi permanentes les images éphémères formées par la lentille de l'instrument. L'image que donnent au microscope solaire les globules du sang, par exemple, était reçue sur une plaque iodurée, et y laissait son empreinte, qu'il ne restait plus qu'à rendre fixe par les moyens ordinaires. Les épreuves ainsi obtenues servirent de modèle aux dessins de l'atlas microscopique de M. Donné.

Ces résultats intéressants n'étaient cependant qu'un prélude, car les nouveaux perfectionnements récemment apportés à la photographie sur papier vont permettre de donner beaucoup d'extension à l'emploi des procédés daguerriens dans les études relatives aux sciences naturelles. Le moment n'est pas éloigné où le naturaliste confiera presque exclusivement à la photographie l'exécution de ses dessins. Au lieu de se condamner à relever péniblement au crayon les détails principaux des objets qu'il étudie, il en obtiendra en quelques instants, sur le papier, une image rigoureuse, sans même, dans la plupart des cas, avoir recours au microscope solaire. Le travail du graveur deviendra ainsi inutile, car les épreuves positives tirées sur papier avec l'épreuve négative fourniront un grand nombre de reproductions du premier type qui rendront superflue toute intervention de la gravure.

La publication qui a été entreprise d'un ouvrage destiné à reproduire, au moyen de la photographie, une partie des collections du Muséum d'histoire naturelle de Paris (1), est de

(1) *Photographie zoologique, ou Représentation des animaux rares des collections du Muséum d'histoire naturelle*, par L. Rousseau, aide-naturaliste au Muséum d'histoire naturelle, et A. Devéria, peintre, conservateur-adjoint au département des estampes de la bibliothèque impériale.

nature à mettre dans tout son jour l'utilité de la photographie pour les représentations d'objets d'histoire naturelle. Dans un rapport présenté à l'Académie des sciences à propos de cet ouvrage, M. Milne Edwards a si bien fait ressortir tous les avantages de la photographie dans les études zoologiques, qu'il nous suffira, pour les mettre en évidence, de citer une partie de ce rapport.

« Les résultats obtenus par les auteurs de la *Photographie zoologique* sont de nature, dit M. Milne Edwards, à intéresser si vivement les zoologistes, que nous croyons devoir y appeler l'attention de l'Académie. En effet, ces essais, bien qu'incomplets encore, réalisent en partie les avantages que nous espérions obtenir de l'application de la photographie aux études zoologiques, et suffisent pour montrer que, dans certains cas, cet art nouveau est susceptible de rendre aux sciences naturelles des services plus grands que ne sauraient le faire ni le dessin ni la gravure.

» Ainsi, les corps que le zoologiste a besoin de représenter offrent le plus souvent une multitude de détails qui échappent à l'œil nu, et qui sont cependant nécessaires à montrer. Pour les mettre en évidence, le dessinateur est obligé de les grossir comme si c'était à travers une loupe qu'il les voyait, et les figures amplifiées ainsi obtenues ont rarement l'aspect de ces objets tels qu'ils se présentent d'ordinaire dans la nature. Pour en donner une idée exacte et suffisante, le zoologiste a donc presque toujours besoin de deux sortes d'images : de figures d'ensemble non grossies et de figures de certaines parties caractéristiques plus ou moins amplifiées.

» Dans des planches photographiques bien faites, telles que les planches de l'*Euryales*, de l'*Agaricie* et des *Fongies*, présentées à l'Académie par MM. Rousseau et Devéria, on n'aperçoit, pas plus que dans la nature, les détails de structure lorsqu'on les regarde à la vue simple, et les objets représentés conservent alors leur aspect ordinaire ; mais lorsqu'on vient à examiner ces planches à l'aide d'une loupe, on y voit tous les détails que cet instrument ferait voir dans l'objet lui-même, et, par conséquent, ici une seule et même image peut tenir lieu des deux sortes de figures dont nous venons de parler, comme étant généralement nécessaires dans les ouvrages exécutés au pinceau ou au burin. Par

exemple, dans les figures de Fongies données par MM. Rousseau et Devéria, ces polypiers sont moins grands que dans la nature, et cependant en les examinant à la loupe, on peut non-seulement compter toutes les lames dont chacun de ces corps se compose, mais distinguer les denticulations et les autres caractères de structure que chacune des lames elle-même présente. Le dessinateur le plus habile n'aurait ni la patience ni la légèreté de main nécessaires pour reproduire fidèlement tous ces détails; or, non-seulement la photographie nous les donne, mais elle nous les donne à bas prix.

» Ces avantages de la photographie sur la gravure ne laissent pas que d'être considérables, lorsqu'il s'agit de la représentation de corps d'une structure très complexe, comme les polypiers et les échinodermes; dans beaucoup de cas, il faut tenir compte aussi d'un autre fait qui, à mon avis, est plus important, et qui est une conséquence de la nature même de l'opération photographique.

» Quand le zoologiste fait un dessin, il ne représente que ce qu'il remarque dans son modèle, et, par conséquent, l'image tracée par son crayon ne traduit que l'idée plus ou moins complète qu'il s'est formée de la chose à reproduire, et il est bien rare que la figure ainsi obtenue montre nettement des caractères dont l'auteur n'aura pas tenu compte. Aussi. lorsque, par les progrès de la science, un de ses successeurs fait intervenir, dans la solution des questions zoologiques, des caractères dont le premier iconographe n'aurait pas fait usage, il est bien rare qu'il les trouve fidèlement représentés dans les dessins de celui-ci; pour constater la présence ou l'absence de ces particularités de structure, il ne peut donc se contenter de l'examen des figures déjà publiées, et il est obligé d'observer à nouveau les objets en nature.

» Ces considérations, et quelques autres raisons qu'il serait trop long d'exposer ici, nous ont fait vivement désirer que la photographie pût devenir d'un emploi usuel pour les zoologistes, et c'est avec satisfaction que nous avons vu un naturaliste zélé et un artiste distingué réunir leurs efforts pour arriver à ce résultat. »

Est-il nécessaire d'ajouter que les opérations photographiques peuvent se combiner non moins utilement avec les travaux de la cosmographie, de l'archéologie, de l'architecture? « Pour

copier les millions et millions d'hiéroglyphes qui couvrent, même à l'extérieur, les grands monuments de Thèbes, de Memphis, de Karnak, a dit Arago dans son rapport à la chambre des députés, il faudrait des vingtaines d'années et des légions de dessinateurs. Avec le daguerréotype, un seul homme pourrait mener à bonne fin cet immense travail. Munissez l'Institut d'Égypte de deux ou trois appareils de M. Daguerre, et, sur plusieurs des grandes planches de l'ouvrage célèbre, fruit de notre immortelle expédition, de vastes étendues d'hiéroglyphes réels iront remplacer des hiéroglyphes fictifs ou de pure invention, et les dessins surpasseront partout en fidélité, en couleur locale, les œuvres des plus habiles peintres; et les images photographiques, étant soumises dans leur formation aux règles de la géométrie, permettront, à l'aide d'un petit nombre de données, de remonter aux dimensions exactes des parties les plus élevées, les plus inaccessibles des édifices. »

M. le baron Gros, qui se délasse de ses fonctions diplomatiques par ses travaux de photographie sur métal, où il compte peu de rivaux, a eu par-devers lui une preuve assez curieuse de l'utilité des arts photographiques en matière d'archéologie. En 1849, M. Gros, alors ministre plénipotentiaire en Grèce, avait fixé, au moyen du daguerréotype, un point de vue de l'acropole d'Athènes. De retour à Paris à la fin de sa mission, il eut la fantaisie d'examiner à la loupe les détails de cette épreuve. Or, à sa grande surprise, la loupe lui fit reconnaître sur cette image une particularité qu'il n'avait point aperçue sur la nature. Sur une pierre située au premier plan, et parmi les débris antiques amoncelés et jonchant le sol, se trouvait, esquissé en creux, un lion dévorant un serpent; le dessin de cette figure était d'un âge si reculé, que ce monument dut être rapporté à l'époque égyptienne. Ainsi, à sept cents lieues de la Grèce et hors du théâtre de l'observation, la photographie avait révélé l'existence d'un document utile, inaperçu jusque-là, et

qui apportait quelque éclaircissement à la connaissance d'un fait historique.

Auxiliaire de la physique, de la chimie, de l'histoire naturelle, de la cosmographie et de l'archéologie, la photographie a donc trouvé dans les sciences plusieurs applications utiles. Cependant les services qu'elle a rendus jusqu'à ce moment à l'étude des sciences sont probablement peu de chose relativement à ce qu'elle leur promet encore. La photographie est aux mains des savants depuis si peu d'années, qu'il est difficile aujourd'hui de prévoir et de fixer avec certitude le parti que l'on pourra en tirer dans l'avenir. « Quand les observateurs, a dit Arago, appliquent un nouvel instrument à l'étude de la nature, ce qu'ils en ont espéré est toujours peu de chose relativement à la succession de découvertes dont cet instrument devient l'origine. »

CHAPITRE V.

La photographie au point de vue des arts.

Les services que la photographie peut nous rendre ne sont pas limités au domaine des sciences; elle peut trouver dans la sphère des arts des applications d'un autre ordre, et nous devons examiner jusqu'à quel point et dans quelles circonstances elle peut devenir utile comme moyen d'étude dans les arts de la peinture et du dessin.

La question de la valeur artistique des productions daguerriennes est encore très diversement résolue; il règne à ce sujet des opinions fort opposées. Quelques personnes, considérant l'inimitable perfection de détails que présentent les dessins

photographiques, sont disposées à placer les créations de Daguerre au rang des plus belles productions des arts. D'autres contestent d'une manière absolue le mérite de tous les dessins obtenus par ces procédés, d'où la main de l'homme est bannie. Il existe enfin une troisième opinion, d'après laquelle, tout en rejetant la valeur des productions daguerriennes comme œuvre artistique, on pense néanmoins que l'étude de ces copies si parfaites de la nature est susceptible de rendre d'utiles services aux études du dessinateur et du peintre.

Telles sont les opinions assez tranchées qui divisent les artistes sur la valeur des épreuves photographiques. Au point de vue de la métaphysique des arts, en ce qui concerne la pratique de la peinture et du dessin, cette question a son importance, et comme nous ne l'avons trouvée nulle part discutée avec le soin qu'elle mérite, nous croyons nécessaire de la soumettre ici à un rapide examen. Nous allons donc rechercher si les productions photographiques présentent quelque valeur au point de vue des arts, et si elles sont de nature à rendre à l'étude de la peinture et du dessin quelques services dignes d'être notés.

Pour procéder avec méthode à l'examen de cette question, il est nécessaire de distinguer entre les images sur plaque métallique et les épreuves sur papier. Au point de vue des arts, une différence profonde sépare ces deux genres de produits photographiques, de telle sorte que les observations qui concernent l'un d'eux ne peuvent en rien se transporter à l'autre. Aussi devrons-nous, dans cette discussion, les considérer isolément. L'étude de la valeur artistique des épreuves sur métal nous occupera la première.

Considérées dans leur valeur absolue comme objet d'art, les images daguerriennes présentent certaines imperfections qu'il est facile de signaler. En premier lieu, les tons de la nature y sont altérés presque constamment. Si l'on a sous les yeux

une épreuve daguerrienne et son modèle, on reconnaîtra sans peine que les tons de la copie et ceux de l'objet reproduit sont loin de correspondre entre eux. Tel ton, vigoureux sur le modèle, est peu sensible sur l'épreuve métallique; au contraire, une nuance lumineuse d'une faible valeur dans la nature se trouve accusée sur la plaque avec un éclat tout à fait exagéré. Aussi la plupart des demi-teintes sont-elles en général forcées; il résulte de là que l'épreuve daguerrienne est habituellement dure. On rencontre quelquefois, il est vrai, certaines épreuves dans lesquelles les rapports naturels des teintes sont conservés avec la plus exquise harmonie; mais ces cas sont des plus rares, ils sont dus à quelques circonstances fortuites qu'il est impossible de provoquer et de reproduire à volonté. Le regrettable effet dont nous parlons tient, sans doute, à ce que les différentes couleurs des objets extérieurs ont une action propre et variable sur les substances chimiques qui recouvrent la plaque, action qu'il est aussi impossible de prévoir que de diriger. Personne n'ignore, par exemple, les difficultés que présente la couleur verte pour la reproduction photographique (1).

Les amateurs font quelquefois reproduire par le daguerréotype des tableaux peints à l'huile. Il est facile de reconnaître que ces copies n'ont de valeur et de vérité que lorsque les tons du modèle sont peu nombreux et très voisins les uns des au-

(1) « La différence entre nos sensations pour les couleurs et leur reproduction par le daguerréotype est si marquée, dit M. Hubert, qu'un jour, voulant introduire un ton clair dans une composition, et ayant jeté à cet effet un foulard d'un jaune très tendre et très pâle, loin d'avoir un ton clair pour le jaune, j'eus un ton très foncé. Je pourrais citer aussi un paysage où les fleurs d'un lilas foncé étaient devenues blanches dans l'épreuve, ainsi qu'une partie des feuilles vertes; mais je crois inutile d'insister davantage. Il faut donc, quant à présent, adopter l'instrument tel qu'il est, quoique ses résultats diffèrent, dans certains cas, de ce qui se manifeste à notre vue, et tâcher de racheter par des équivalents cette fausse reproduction de nos sensations. » (*Le daguerréotype par un amateur*, page 22.)

tres. Une peinture de tons uniformes et sobres donne sur la plaque une image d'une ressemblance parfaite dans les tons; mais si elle est riche, de couleurs variées et papillotantes, l'épreuve daguerrienne qu'elle fournit est d'une fausseté criante. Faites reproduire par le daguerréotype, d'une part un tableau du style sobre et tranquille de M. Ingres, et d'autre part une toile animée de l'éclat et du brillant coloris de Delacroix, et vous pourrez vous convaincre de la vérité de cette observation.

En second lieu, dans les images de Daguerre, la perspective linéaire et la perspective aérienne sont très souvent faussées. L'altération de la perspective linéaire est la conséquence presque inévitable de l'emploi d'un appareil optique. Les objets placés à des distances inégales ont des foyers lumineux distincts les uns des autres, et, quelle que soit la perfection de l'objectif, il est impossible qu'il fasse converger en un même point les rayons lumineux émanant d'objets fort éloignés entre eux. Tout le monde a remarqué, par exemple, que dans un portrait, si les mains se trouvent placées sur un plan sensiblement antérieur au plan du visage, elles viennent toujours d'une dimension tout à fait exagérée. L'altération de la perspective aérienne est aussi la conséquence presque forcée du procédé photographique. La substance qui reçoit l'impresssion de la lumière est, relativement, plus sensible que notre œil même; il en résulte que les aspects lointains, les objets situés à l'extrémité de l'horizon, sont reproduits avec plus de netteté qu'ils n'en présentent à nos yeux, et contrairement aux effets de la perspective aérienne.

Un autre vice du daguerréotype réside dans son défaut absolu de composition. Le daguerréotype ne compose pas, il donne une copie, un *fac-simile* de la nature; cette copie est admirable d'exactitude jusque dans ses derniers détails, mais c'est précisément là qu'est l'écueil. Une œuvre d'art vit tout

entière par la composition. Le travail du peintre consiste surtout à atténuer un grand nombre d'effets secondaires qui nuiraient à l'effet général, et à mettre en relief certaines parties qui doivent dominer l'ensemble. Quand un artiste exécute un portrait, il n'a garde de reproduire avec un soin minutieux tous les plis des vêtements, tous les dessins de la draperie, toutes les enjolivures du fond; il éteint ces détails inutiles pour concentrer l'intérêt sur les traits du visage; à cette idée capitale il sacrifie toutes les autres, volontairement et en connaissance de cause. Ne demandez au daguerréotype aucun de ces artifices salutaires qui sont l'indispensable condition de l'art. Il est inexorable et presque brutal dans sa vérité. Il accorde une importance égale aux grandes masses et aux imperceptibles accidents. S'il prend une vue du Pont-Neuf, il vous donnera le minutieux inventaire de tout ce qui est visible à la surface du Pont-Neuf, vous pourrez y reconnaître toutes les pierres, tous les pavés et jusqu'aux écornures des pavés. Dans un portrait, il se plaira aux arabesques infinies des draperies et des fonds, il donnera une valeur égale au point lumineux de l'œil et aux boutons d'un gilet. Mais du moment que tout a de l'importance dans un tableau, rien n'a plus d'importance, et c'est ainsi que s'évanouit tout l'intérêt de la composition pittoresque; car l'intérêt, dans une œuvre d'art, naît seulement de l'unité de la pensée.

Il serait puéril d'insister sur cette considération qui est l'évidence même. Il faut seulement faire remarquer que ce défaut de composition, qui saute aux yeux dans les dessins du daguerréotype, a pour résultat de donner une représentation fausse de la nature. Lorsque nous recevons l'impression d'une vue quelconque, celle d'un paysage par exemple, tous les détails de la vue extérieure viennent sans doute s'imprimer au fond de notre œil; cependant il est certain que ces mille sensations particulières ne sont aucunement perçues, elles sont pour notre

âme comme si elles n'existaient pas; nous ressentons, non pas l'impression isolée des divers aspects du paysage, mais seulement l'effet général qui résulte de leur ensemble. Or, le daguerréotype reproduit impitoyablement les plus inutiles détails de la scène extérieure, il est donc vrai qu'il donne une traduction inexacte des sensations que provoque en nous l'aspect de la nature.

Mais j'entends à ce propos se récrier quelques lecteurs: « Eh quoi! dira-t-on, la copie mathématique d'un objet peut-elle donner de cet objet une représentation inexacte? L'identité est-elle un mensonge? Je monte sur la terrasse de Meudon un miroir à la main, et arrivé là, je dispose le miroir en face des perspectives séduisantes qui m'environnent. N'ai-je pas ainsi l'image la plus parfaite du paysage qui se déroule à mes pieds? Quel peintre, quel artiste vivant pourra s'élever jamais à la perfection d'une telle copie? Or, que fait le daguerréotype? Il fixe pour toujours cet image fugitive; de ce miroir fidèle, il en fait un fidèle tableau. Que venez-vous donc nous parler de représentation fausse et d'inexacte reproduction! »

Cet argument ne nous surprend guère, car nous l'avons entendu répéter sur tous les tons. Cependant il n'est pas sans réplique. Évidemment toute la question se réduit à savoir si l'art réside ou non dans la stricte imitation de la nature. Or, l'erreur si commune et si répandue qui consiste à voir la perfection de la peinture dans la perfection de l'imitation matérielle, ne peut provenir que d'une confusion manifeste entre le but et le moyen de l'art. Qu'est-ce, en effet, que la nature? Les réalités extérieures qui nous environnent sont-elles les mêmes pour nous tous? Ne changent-elles pas pour des individus différents et même pour chaque individu, selon les dispositions de son âme? Plaçons deux hommes en présence d'un grand spectacle naturel, en face d'un beau site, devant la tête d'un homme de génie : assurément tous les éléments de cette scène viendront identiquement

affecter leurs yeux; cependant chacun d'eux les verra d'une manière différente; bien des effets de cet ensemble échapperont à l'un des spectateurs, que l'autre pourra saisir, et certaines particularités inaperçues de tous deux leur deviendront immédiatement sensibles, si l'on y dirige spécialement leur attention. Admettons maintenant que l'un de ces deux hommes soit peintre : comment pourra-t-il communiquer à son compagnon l'impression que ce spectacle lui fait ressentir? Par quel moyen pourra-t-il la traduire avec son pinceau? Certes, s'il se borne à tracer de cette vue un calque mécaniquement exact, une copie mathématique, il n'aura pas gagné grand'chose, car son compagnon aura toujours sous les yeux ce même spectacle dont il est impuissant à démêler la beauté. Pour exprimer l'impression qu'il a reçue, il faut donc que le peintre exécute une traduction plus compréhensible de l'original, qu'il exagère certains effets, qu'il en atténue, qu'il en supprime d'autres; il faut qu'il transforme pour rendre saisissable, qu'il altère le texte pour le rendre lisible; il faut qu'il mente, en un mot, et ce n'est que par ce salutaire mensonge qu'il entrera dans les vraies conditions de l'art.

J'ai entendu raconter à ce propos une petite histoire qui trouve ici sa place marquée. Il s'agit d'une compagnie de touristes qui, pendant une excursion dans les Alpes, se trouvent tout d'un coup en face d'un site naturel d'un effet pittoresque. C'est une haute montagne, sur le penchant de laquelle un chalet se détache en silhouette déliée. La compagnie admire tout à son aise et se retire. Un artiste, resté seul, prend à la hâte un croquis de la vue; il présente ensuite son dessin à ses amis. Il n'y a qu'un cri pour trouver l'œuvre détestable, et la copie bien différente de la réalité. La montagne était bien plus haute et le chalet bien plus petit! « Notre montagne était une bonne et grosse montagne dont le sommet semblait atteindre aux nues; notre chalet, une étroite maisonnette à peine visible, aux

limites de l'horizon. La montagne que vous nous faites n'est qu'une colline efflanquée, et votre chalet, est si grand, qu'il logerait sans peine toutes les vaches de la contrée! » Cependant l'artiste, sûr de son fait, tient bon et maintient l'exactitude de son esquisse. On revient sur ses pas, on mesure les hauteurs, et l'on reconnaît que la copie est mathématiquement fidèle.

L'artiste avait donc raison? Non, l'artiste avait tort. Il ignorait comment, devant tous les grands spectacles naturels, notre imagination altère et dénature les sensations primitives. Il était étranger à une règle essentielle de son art; sans cela il eût exagéré la hauteur de la montagne et diminué relativement les dimensions du chalet : ainsi il aurait exactement traduit l'impression qu'avait laissée dans l'imagination des spectateurs le contraste de ce petit chalet et de cette montagne immeuse (1).

(1) Ce n'est pas sans surprise, et ce n'est pas sans plaisir que nous avons trouvé une confirmation de ce qui précède dans un écrit purement scientifique, dans l'ouvrage d'un géologue, que la nature de ses études et la direction de son esprit ont dû tenir éloigné de tout ce qui se rapporte aux théories et à la pratique des arts. Dans ses *Leçons de géologie pratique* (t. I. p. 116), M. Élie de Beaumont rend, dans les termes suivants, un hommage involontaire à la vérité du principe qui nous occupe :

« Si le géologue n'est pas suffisamment exercé au dessin, il peut faire exécuter le paysage par un dessinateur. Mais il y a une grande différence entre un dessin dont les points principaux sont déterminés rigoureusement, et un dessin fait simplement à vue. Le dessin exécuté sans le secours d'aucun instrument est ordinairement plus pittoresque que le dessin levé rigoureusement, mais beaucoup moins fidèle. *Quand on voit une montagne, on se la figure toujours plus élevée qu'elle ne l'est : on en dessine une véritable caricature.* Quand on fait un croquis, pour indiquer les angles mesurés, on lui donne une forme géométriquement aussi semblable que possible à celle que l'on a devant les yeux, mais on fait involontairement la hauteur trop grande. Lorsqu'on réduit plus tard ce dessin, on est conduit à lui donner une forme beaucoup plus aplatie. Cela tient à une illusion d'optique qu'on n'est pas maître d'éviter, et qui fait que lorsqu'*un dessin est exécuté rigoureusement*, *on ne le reconnait presque pas; il parait beaucoup trop plat. Lorsqu'on veut faire un dessin que l'on reconnaisse bien, il faut doubler ou tripler les hauteurs données par les mesures.* »

Il est donc vrai que l'art n'imite pas, qu'il transforme; que pour traduire la nature, il s'en écarte; que pour copier, il invente; que pour reproduire, il crée. L'identité n'est pas le problème de la peinture, sans cela le trompe-l'œil serait le *nec plus ultra* de la peinture, et les raisins de Zeuxis qui tentaient les abeilles seraient la dernière page de l'art. Le beau visible n'est point le beau que l'artiste poursuit. Ce qui ressemble dans un tableau n'est pas précisément ce qui est semblable au modèle, mais seulement ce qui rappelle à notre âme l'impression que le modèle y a laissée. Si l'on m'offrait de me montrer sur l'heure la tête de Louis XIV vivant, l'offre me toucherait peu. J'ai mon Louis XIV sous la main, il vit dans les galeries du Louvre, il respire sous le pinceau de Mignard. Je préfère contempler le grand roi à travers l'âme d'un peintre de génie qu'à travers le miroir même d'une trop fidèle réalité. Votre Louis XIV pourrait avoir la colique, ou sa grande perruque être mal accommodée; au lieu du vainqueur de la Hollande, je trouverais peut-être l'esclave ridé de madame de Maintenon.

Ainsi, l'imitation n'est que le moyen des arts plastiques; leur but, c'est de rappeler à notre âme les sentiments qu'éveille en nous la vue de la réalité. Dans un tableau, ce qui nous touche, ce qui nous émeut, ce n'est point la reproduction fidèle des objets qui nous entourent, mais bien cet ensemble de confuses pensées mystérieusement attachées à leur forme extérieure, et qui sortent du cœur à leur souvenir comme à la vue de leur image. Le plus grand peintre est celui qui réalise le mieux cette harmonie secrète de nos sensations et de la forme visible.

Avec les moyens les plus simples, un artiste habile émeut profondément nos cœurs; avec un coin de prairie, une chaumière à demi cachée sous de grands arbres, quelques vaches aux alentours d'un ruisseau, Claude Lorrain et Ruysdaël ont le privilége d'agiter doucement, de remuer nos âmes, de nous plonger dans un monde de rêveries enchantées. L'impression

provoquée par le pinceau du peintre ne résulte pas évidemment de la vérité avec laquelle les objets sont reproduits sur la toile; elle naît seulement des ressouvenirs et des sentiments poétiques qu'éveille en nous l'heureuse et habile disposition des divers éléments de la scène champêtre. Le toit fumant de la maisonnette nous rappelle les joies tranquilles de la famille et du foyer; le ruisseau qui murmure doucement sous les grands arbres, nous apporte comme un écho affaibli et lointain des harmonies rurales; les fleurs à demi ensevelies sous l'herbe et sous la rosée de la prairie, nous rendent les parfums oubliés et les senteurs de nos champs; le troupeau qui, à l'horizon, gravit péniblement la colline, nous envoie le grave enseignement du labeur fécond et béni de Dieu; et tous les éléments de cette scène heureuse semblent se rassembler pour nous offrir comme une représentation animée et vivante, où viennent se confondre toutes les harmonies, toutes les délices, toutes les félicités paisibles de la vie des champs.

Mais si, dans les arts, l'imitation, au lieu d'être un but, est seulement un moyen; si les œuvres des grands maîtres vivent par la pensée qu'elles expriment et non par la vérité de la reproduction matérielle; si le secret de la peinture, c'est de représenter, non l'aspect réel des objets, mais l'impression poétique dont ces objets sont pour nous l'occasion, il faut reconnaître qu'au point de vue des beaux-arts, les images daguerriennes sont d'une bien faible valeur. Obligé par la nature même du procédé dont il fait usage, de rassembler pêle-mêle sur une même plaque, et sans qu'il lui soit permis d'éliminer ou de choisir, tous les objets qu'embrasse le champ de sa lentille, l'opérateur doit forcément renoncer à cet artifice de la *composition*, qui est la condition nécessaire et l'âme des arts plastiques. Aussi quand il reproduit les scènes changeantes du monde qui nous entoure, le daguerréotype nous donne-t-il des copies admirables, dont la perfection dépasse assurément tout

ce que la main de l'homme exécutera jamais; mais c'est là tout. Le seul sentiment que ces calques merveilleux puissent exciter en nous, est celui d'une curiosité stérile, sentiment qui renaît à chaque exhibition nouvelle, et qui, par conséquent, renaît affaibli. L'admiration qu'ils inspirent parle à nos sens et ne va pas au delà. Ils charment les yeux armés de la loupe, non l'esprit. L'œil est ravi, l'âme est muette. Il est donc permis de dire que pendant cette période où le daguerréotype se borna à fournir des épreuves sur métal, il fut condamné à nous donner des œuvres entièrement privées de ces qualités élevées que l'on recherche dans toute production des arts.

Si à cette époque le daguerréotype put en quelque chose être utile aux beaux-arts, c'est seulement, à nos yeux, en ce qu'il permit de mettre en évidence les simples vérités qui viennent d'être rappelées. Ces principes sont, en effet, ou contestés par beaucoup d'artistes, ou bien mis par eux en pratique d'une manière purement intuitive. La découverte du daguerréotype a terminé victorieusement ce débat. Si, en effet, un artiste, un philosophe, dans l'impuissance où il se trouvait de démontrer péremptoirement le principe de spiritualisme artistique qui nous occupe, se fût proposé d'imaginer quelque artifice propre à fournir de cette idée une preuve ou une représentation matérielle, il n'eût certes pas rencontré de moyen plus heureux ni plus décisif que l'instrument de Daguerre. Le problème en effet était celui-ci : Créer un instrument, une machine, un automate capable d'accomplir toutes les opérations manuelles de la peinture, susceptible d'exécuter tout ce que comporte l'imitation absolue de la réalité; puis, quand cette machine aurait accompli son œuvre, demander aux artistes si c'est à un tel résultat que s'employait leur génie; demander à la foule si elle peut confondre ces produits mécaniques avec les sublimes créations de l'art. Cet artifice, la science l'a trouvé : le daguerréotype a permis d'opérer dans les œuvres de l'art une

analyse qui jusque-là avait paru impossible. Ce qui était intimement uni dans un tableau de Raphaël, si bien qu'on ne pouvait dire où commence la poésie, où finit le procédé, où commence la composition, où l'imitation s'arrête, le voilà nettement séparé. Sur une plaque daguerrienne on trouve réalisés, avec une perfection sans égale, tous les tours de force du dessin, toutes les subtilités du clair-obscur, tout ce que peuvent, en un mot, l'habileté technique et le procédé manuel; mais la poésie, mais l'inspiration, mais ce divin reflet de l'âme humaine qui prête seul aux créations de l'artiste la vie, le sentiment et la pensée, tout cela manque à ces tableaux. C'est le corps moins l'esprit, c'est l'enveloppe d'une âme absente. Un simple regard jeté sur une image daguerrienne suffit donc pour mettre hors de contestation le grand fait esthétique de la prééminence de la pensée sur l'imitation matérielle, de la poésie sur le procédé. Là aura donc résidé l'utilité artistique de la découverte de Daguerre; elle aura fourni une démonstration aussi complète qu'inattendue de l'un des principes les plus salutaires de la métaphysique des arts.

Nous avons établi avec grand soin, au début de cette discussion, que pour débattre la question controversée de la valeur artistique des produits daguerriens, il est nécessaire de distinguer entre les images sur métal et les images sur papier. Cette distinction, il nous devient utile de la rappeler ici, car nous avouons être saisi en ce moment de la crainte d'être taxé de contradiction, c'est-à-dire d'encourir le reproche de beaucoup le plus sensible pour un esprit qu'anime le culte exclusif du vrai. Comment, en effet, ne pas redouter un reproche de ce genre, lorsque après avoir avancé que les images photographiques formées sur métal sont dépourvues de valeur artistique et ne peuvent rendre presque aucun service aux études du dessinateur et du peintre, on se propose d'établir cette autre proposition, que les produits de la photographie sur papier se

distinguent, au contraire, par un admirable ensemble de qualités plastiques, et sont de nature à exercer une influence très salutaire sur le progrès des beaux-arts? Cette apparente contradiction ne doit-elle pas nous exposer aux coups de la critique? Nous espérons cependant qu'avant de nous condamner, le lecteur voudra bien peser les motifs qui nous portent à placer les produits de la photographie sur papier à une distance infinie au-dessus des produits de la plaque. Ces raisons sont d'ailleurs presque toutes physiques, et chacun, par l'observation personnelle, peut prononcer sur leur justesse.

N'est-ce pas, en effet, un résultat d'observation, que le dessin sur papier reproduit avec une fidélité extraordinaire les tons de la nature? Comparez entre elles deux épreuves reproduisant le même sujet, l'une obtenue sur métal et l'autre sur papier; il vous sera facile de constater que sur la plaque daguerrienne les tons du modèle sont en beaucoup de points inexactement rendus, tandis qu'au contraire, le papier a traduit avec une fidélité étonnante les valeurs relatives des tons, les nuances les plus difficiles à saisir de la lumière et des ombres.

Un second avantage qu'offre à l'opérateur le secours du papier pour prêter au dessin des qualités artistiques, c'est la remarquable variété de tons qu'il permet de réunir sur une même épreuve. La plaque est loin d'offrir cette condition précieuse, car c'est à peine si deux ou trois tons viennent y concourir au résultat d'ensemble. Quand on examine une bonne épreuve de photographie sur papier, on est surpris du nombre et de la variété d'effets qui s'y trouvent rassemblés. La pierre d'un édifice, par exemple, sort avec une teinte très opposée à celle que présente une masse de verdure, et la reproduction d'une même surface, telle que celle d'un mur diversement éclairé, se trouve rendue, en divers points, avec des effets souvent très éloignés les uns des autres. Rien de pareil ne

s'observe sur la plaque de Daguerre; tout s'y trouve indiqué avec une monotonie, une uniformité de tons qui amènent la sécheresse et entraînent la froideur.

Une condition physique particulière, se liant à la nature même du procédé opératoire, explique très bien par suite de quelle cause les épreuves sur papier doivent l'emporter, au point de vue artistique, sur les épreuves daguerriennes. Quand on opère sur papier, la matière chimiquement impressionnable réside dans la substance même et dans toute la masse du support; il résulte de cette condition que les effets du dessin peuvent recevoir, quand il le faut, une vigueur extrême. Au contraire, l'impression formée sur une plaque daguerrienne n'existe qu'à la superficie du métal, où elle forme une couche d'une ténuité infinie; aucun effet énergique ne peut ressortir d'une disposition si défavorable. Ces deux conditions opposées que le papier et la lame d'argent offrent à la reproduction plastique, expliquent suffisamment, selon nous, leur supériorité relative. Avec le papier, on peut, comme le fait un dessinateur avec un crayon, renforcer à volonté les tons de certaines parties, et pousser aussi loin que possible les effets de vigueur. Cette faculté fait entièrement défaut avec la surface impénétrable du métal, et telle est la cause de l'absence de modelé que l'on a toujours reconnue dans les dessins de Daguerre.

Un dernier avantage propre à la photographie sur papier, c'est que l'artiste y trouve, jusqu'à un certain point, la possibilité de composer son tableau. Ce vice radical que nous avons longuement relevé dans les œuvres du daguerréotype, de ne donner qu'une stricte et sèche imitation de la nature, sans laisser à l'opérateur les moyens d'arranger son sujet, ce défaut si grave qui fait de l'instrument de Daguerre un froid et inintelligent copiste, peut disparaître et disparaît souvent avec la photographie sur papier. Qui ne comprend, en effet, que rien n'empêche l'opérateur de relever isolément, sur plusieurs

feuilles de papier, les différentes parties de son modèle qu'il peut ensuite réunir et grouper à sa fantaisie, de manière à faire intervenir cet élément capital de la composition qui manque et manquera toujours aux produits du daguerréotype? Cette faculté offerte à l'artiste de prendre successivement diverses parties de son modèle pour les rassembler plus tard au gré de son inspiration et de son goût, n'est point d'ailleurs une prérogative idéale que nous invoquions ici comme une sorte d'argument théorique en faveur de la photographie sur papier. C'est une pratique consacrée et devenue presque vulgaire. Les grandes vues de monuments historiques, les belles reproductions architecturales que tout le monde a eu l'occasion d'admirer, sont presque toujours obtenues par cet artifice. On relève isolément, en épreuve négative, les diverses parties du monument ou de la vue à reproduire; on choisit ensuite, parmi ces éléments, ceux qui conviennent le mieux au résultat final, et ces différentes épreuves négatives *rapportées*, servent à former, sur le papier positif, l'image définitive d'ensemble. C'est par ce moyen que M. Baldus a obtenu son admirable reproduction des *arènes d'Arles*, qui présente plus d'un mètre de longueur, et MM. Bisson frères leur belle *vue panoramique du Pont-Neuf* qui a figuré à l'Exposition universelle de 1855.

Les considérations précédentes sont loin d'être les seules que l'on pourrait invoquer pour se rendre compte des qualités artistiques qui distinguent les épreuves sur papier. Elles suffiront néanmoins, nous l'espérons, pour établir auprès de nos lecteurs la vérité de notre thèse. Quant aux personnes qui ne se laissent qu'à moitié convaincre par les raisonnements théoriques, elles partageront sans aucun doute notre opinion, si elles jettent les yeux sur les admirables produits qui, sortis récemment des ateliers de nos artistes, commencent à se répandre dans le commerce. Rien n'est plus remarquable, sous ce rapport, que la collection de vues photographiques prises

en Orient par M. Maxime Du Camp, et reproduites par l'imprimerie photographique de M. Blanquart-Evrard. Cent vingt-cinq planches photographiées représentant des sites divers, des vues artistiques, des vestiges de monuments anciens, etc., recueillis par M. Maxime Du Camp, en Syrie, dans la terre sainte et dans la basse Égypte, composent cette belle et intéressante série, bien faite pour diriger le goût du public vers les produits de cette nouvelle branche des arts. La collection, désignée sous le nom de *Paris photographié*, répandue dans le commerce par l'imprimerie de M. de Fonteny, bien qu'inférieure à la précédente, offre cependant beaucoup de parties remarquables. On peut en dire autant de l'*Album photographique* de M. Blanquart-Evrard, des *Vues monumentales d'Italie* de M. Piot, et des dessins de monuments et d'édifices architecturaux obtenus sur verre par M. Martens. Les belles vues de monuments français dues à MM. Bisson frères, la série des principaux monuments historiques de la France, relevée, d'après l'ordre du ministre de l'intérieur, par MM. Blanquart-Evrard, Baldus, Bayard, Mestral et Le Gray, et dont une partie pourra probablement être livrée au commerce; enfin une foule d'autres publications analogues qui ont paru en France depuis peu d'années, justifient encore la haute opinion que l'on doit concevoir de l'état présent des procédés de la photographie sur papier.

On reconnaîtra, en examinant les diverses collections que nous venons d'énumérer, que la photographie sur papier est un art plein de ressources, parce qu'il s'exerce sur une échelle de tons infiniment étendue. Depuis la touche vaporeuse de Diaz jusqu'aux sombres intérieurs de Granet, tous les genres de peinture se trouvent représentés dans cette curieuse galerie, et l'on y reconnaît avec surprise les manières opposées des différentes écoles qui ont tour à tour captivé l'admiration du public. Depuis les molles et vagues teintes du Corrége jus-

qu'aux effets contrastés et audacieux de Rembrandt, les procédés si divers adoptés par les peintres de toute époque se trouvent ainsi justifiés avec éclat par la nature elle-même. Dans une suite de vues photographiques, on rencontre tour à tour un Metzu et un Decamps, un Titien et un Schœffer, un Ruysdaël et un Corot, un Van Dick et un Delaroche, un Claude Lorrain et un Marhilat. Ainsi la photographie est venue consacrer les chefs-d'œuvre si opposés dans leur manière, que l'opinion publique avait successivement exaltés, et elle concilie, en les justifiant, nos prédilections respectives pour le style opposé des grands maîtres de l'art.

En exprimant notre admiration pour les productions récentes de la photographie sur papier, il est bien entendu que nous faisons nos réserves contre les résultats d'une pratique vicieuse importée d'Angleterre, qui consiste à retoucher au crayon ou au pinceau les épreuves sur papier. Ce que nous avons dit du coloriage des plaques métalliques, il faut le répéter avec plus d'insistance pour l'enluminure de la photographie sur papier, car ces moyens se trouvent ici mis en pratique avec plus de succès en apparence, et surtout avec une entière bonne foi, par quelques artistes qui ne craignent pas d'y consacrer un talent réel. Ces retouches faites après coup aux images photographiques, sont à la fois une dérogation aux règles de l'art et une atteinte à la perfection des produits. La première des qualités d'une œuvre plastique, c'est l'homogénéité. Deux manières différentes, deux procédés d'une nature opposée, ne peuvent se superposer, se marier dans une œuvre quelconque, sans en détruire l'harmonie. Chaque couleur appliquée sur une épreuve en diminue la valeur, et la détérioration est d'autant plus grave que le pinceau est entre des mains moins habiles. En outre, un premier pas fait dans une mauvaise route amenant forcément à parcourir la voie tout entière, la première rectification d'une épreuve oblige à retoucher, à recomposer,

presque de toutes pièces, le dessin primitif. Un trait ajouté faisant tache sur l'ensemble, l'artiste est peu à peu conduit à harmoniser son tableau, non plus avec les tons de l'image photographique, mais avec ceux du crayon ou de la couleur surajoutés. Une anecdote que M. Francis Wey a racontée, à ce propos, dans le journal *la Lumière*, rendra ce raisonnement plus clair.

Le peintre Courbet remontait le Rhin entre Coblentz et Manheim, lorsqu'il fit rencontre, sur le bateau à vapeur, d'un jeune Prussien qui s'en revenait tout joyeux de rapporter son portrait exécuté en Flandre par le célèbre Van Schaëndel. Ce portrait avait pour fond un rideau de velours bleu. Or, ce rideau bleu de ciel contrariait beaucoup le possesseur du portrait, qui aurait préféré, pour le fond de son tableau, un paysage des bords du Rhin. Il alla conter sa peine à Courbet qu'il avait reconnu.

— Ce rideau me chagrine, lui dit-il; je suis un peu poëte, je préférerais un ciel orageux. D'ailleurs j'ai peu de goût pour les rideaux, et j'en ai beaucoup pour le vin de Johannisberg. Nous passerons dans deux heures devant cet illustre coteau; ne pourriez-vous le croquer au passage pour en faire le fond de mon portrait?

Notre compatriote essaya en vain de résister; il fut contraint d'attendre le coteau de Johannisberg, et d'en fixer, de son pinceau réaliste, les contours azurés sur l'arrière-plan de l'œuvre de Schaëndel. Mais voyez le résultat! Ce beau travail accompli, le portrait se voila d'une teinte funèbre et s'évanouit, à demi effacé, dans les profondeurs du cadre. L'œil placé vers le fond avait perdu ses lueurs en présence de la peinture violente de Courbet Le Prussien était consterné: il fallut remettre l'œil en harmonie avec le fond. Mais, ainsi retouché, l'œil prit une saillie énorme; il avait sur l'autre une avance de trois pieds, et chacun de s'écrier : — Le bel œil!

Effrayé de son œuvre, Courbet refusa de collaborer davantage avec le peintre flamand. Il débarqua à Manheim. Mais le Prussien, qui avait payé son portrait fort cher, ne pouvait se consoler de cet œil si vilainement accommodé. Il se précipita sur les traces du peintre français, le suivit à travers la ville, et l'entraînant dans un hôtel, le força de terminer l'arrangement du tableau. Le pauvre Courbet ne put y parvenir qu'en recouvrant la toile entière sans y laisser subsister le plus léger accessoire. L'ouvrage terminé :

— Voilà qui est parfait, dit le Prussien, ces petites retouches étaient bien nécessaires.

Puis contemplant avec complaisance l'œuvre remaniée :

— Ah! reprit-il en soupirant, si l'illustre Van Schaëndel pouvait revoir son chef-d'œuvre!

— Hélas! dit Courbet en s'esquivant, il ne le reconnaîtrait guère!

Ces moyens malencontreux qui avaient défiguré l'œuvre de Van Schaëndel, nous les voyons tristement mis en pratique par les photographes de professiou qui tapissent nos boulevards et nos rues d'images daguerriennes maculées par les traits d'un audacieux pinceau. Sous l'annonce menteuse de portraits photographiques, on voit s'étaler toute une série de produits étranges, métis nouveaux et barbares croisés de la photographie et de l'aquarelle, dessins créés par le soleil, refaits par le fusain, silhouettes commencées par l'instrument de Daguerre, terminées par un pointillé au crayon de couleur, et qui, par la roideur et l'affectation de la pose, par le contraste heurté et la fausseté des tons, ne ressemblent à rien, sinon à l'aquarelle peignée d'une jeune demoiselle. Tels sont néanmoins les produits qu'on laisse librement s'étaler aux yeux d'un public dont ils pervertissent le goût. Je me suis quelquefois demandé jusqu'à quel point la surveillance de l'administration ne pourrait s'étendre à ce genre d'exhibitions. Molière se moque du per-

sonnage qui demande au roi un inspecteur chargé de la surveillance des inscriptions et des enseignes « qui renversent par une barbare, pernicieuse et détestable orthographe, toute sorte de sens et raison, sans aucun égard d'étymologie, analogie, énergie, ni allégorie quelconque, au grand scandale de la république des lettres et de la nation française. » Si Molière avait toute raison de prendre en dérision cette pensée, c'est un point que nous nous dispenserons d'examiner. Nous dirons seulement qu'appliquée à la surveillance des produits photographiques, elle pourrait ne pas sembler absolument ridicule. Le goût public est chose sacrée et qu'il est bon de préserver de toute atteinte. Or, les exhibitions du genre de celles qui nous occupent n'ont pas seulement pour résultat d'altérer le sens artistique des masses, elles donnent encore au public une idée fausse de la nature du procédé photographique. Combien de gens qui s'imaginent que ces enluminures sont sorties toutes fraîches et toutes brillantes de l'instrument de Daguerre! Et que de fois les photographes n'ont-ils pas à combattre des préventions enracinées de cette sorte dans l'esprit de bourgeois qui leur demandent leur portrait colorié du premier coup, « comme le fait si joliment M. un tel. » Puisque la loi réprime les *tromperies sur la nature de la marchandise vendue*, les industriels qui affichent ces produits frelatés devraient, il nous semble, être tenus de spécifier exactement leur nature pour échapper aux atteintes du Code pénal.

En laissant de côté ces productions regrettables, il faut reconnaître que la photographie sur papier est appelée à exercer une très heureuse influence sur l'avenir des beaux-arts. Les artistes trouveront nécessairement le texte d'un grand nombre d'enseignements utiles dans l'étude des produits de genre si divers auxquels donne naissance la photographie sur papier, qui tantôt, procédant par masses à la façon d'un grand artiste, sacrifie, avec une merveilleuse intelligence, les détails secon-

daires au résultat final, tantôt, s'appliquant à la reproduction minutieuse, rappelle, par son incomparable délicatesse, les plus fines pages de Miéris et de Gérard Dow. Le dessinateur y trouvera, pour la reproduction des monuments, des édifices, des paysages et des grands sites artistiques, des leçons précieuses, en ce qu'il lui sera facile de reconnaître au moyen d'une épreuve photographique, prise en quelques instants, comment les ombres et les lumières de son modèle se traduisent sur une surface plane. Quant à l'exacte reproduction de la figure et du détail anatomique, la photographie sera encore d'un incontestable secours. Un instant suffit pour arrêter sur le papier photographique certains mouvements instantanés du corps humain dont le modèle vivant est inhabile à fournir le type fugitif : les images de ces mouvements, presque insaisissables par les moyens ordinaires, donneront au dessinateur des leçons autrement utiles que celles du modèle vivant ou de l'écorché anatomique. Dans le portrait, ce caractère essentiellement mobile de la physionomie, qui s'évanouit sur les traits de la personne qui pose avec une rapidité désespérante pour l'artiste, cet air particulier, cette attitude, etc., dont l'ensemble heureusement reproduit constitue la ressemblance, peuvent en un clin d'œil être saisis par l'instrument de Daguerre, et rester ensuite sous les yeux du peintre comme un guide assuré dans l'exécution de son travail. Ajoutons enfin qu'une épreuve photographique donne l'aspect *vrai* du modèle ; un auxiliaire de cette nature est donc d'une haute utilité pour arrêter la main d'un artiste trop disposé à traduire ce qu'il voit d'après un type commun devenu familier à son pinceau.

Si la photographie sur papier peut être utile comme moyen d'étude pour la représentation plastique du modèle vivant, elle peut être encore d'un grand secours pour l'étude des draperies, des vêtements et de tout l'accessoire obligé d'un tableau. Quelles difficultés n'éprouve pas un peintre à saisir les motifs si chan-

geants des vêtements et des draperies, qui varient de situation, de forme et de rapports selon les mouvements du modèle, et qui, grâce au daguerréotype, peuvent être fixés en un moment dans une conformité absolue avec une pose donnée. Une fois ces draperies, ces accessoires, arrêtés dans leur spontanéité, l'artiste conserve ce type pour en faire un élément exact et rigoureux de la composition de son tableau.

L'utilité de la photographie sur papier dans le travail quotidien des beaux-arts ne saurait donc être méconnue. Quant à son succès auprès du public, quant à son acceptation future, quant au rang qu'elle doit occuper parmi les autres produits des arts, aucun doute ne peut être conservé sur ce point. Pour peu qu'elle offre certaines qualités qu'il est désormais devenu facile de lui prêter, l'épreuve photographique d'un monument, d'un édifice historique, etc., sera toujours préférée à une lithographie qui représente le même sujet avec une infidélité choquante et sans aucun mérite comme objet d'art. Un portrait doux et ressemblant obtenu par la photographie sur papier sera toujours supérieur à ces médiocres portraits à l'huile d'une ressemblance douteuse, auxquels la classe aisée est contrainte de se tenir, faute de pouvoir prétendre aux œuvres élevées d'un grand artiste. On peut donc prédire sans crainte qu'une fois les produits photographiques connus du public et appréciés à leur juste valeur, toute une catégorie d'œuvres d'art aujourd'hui en faveur ne tardera pas à disparaître. Les dessins, les gravures ou lithographies qui représentent des villes, des églises, des ruines, des statues, des bas-reliefs et des sujets d'architecture, ne pourront entrer en lutte avec l'épreuve photographique, qui leur est mille fois supérieure sous le rapport de la vérité, de la précision et du fini, et qui ne leur cède en rien sous le rapport artistique. Quand on pourra, pour un prix modique, posséder l'image fidèle du paysage préféré, du monument antique dont on a curieusement interrogé les vestiges,

de l'édifice auguste dont on a admiré les proportions et l'harmonie, on laissera de côté les mauvaises gravures, les lithographies grossières et tous les produits imparfaits sortis des bas étages de l'art.

Avant quelques années, les œuvres photographiques, devenues populaires, auront pour effet d'épurer le domaine des beaux-arts, en ce qu'elles rendront l'existence impossible à tout artiste médiocre. Les gens de métier, les hommes qui ne vivent que sur les pratiques du procédé manuel, seront contraints de disparaître; les hommes supérieurs, ceux dont les travaux s'élèvent au-dessus du niveau des conditions communes, résisteront seuls à la révolution salutaire que nous verrons s'accomplir. En même temps, la comparaison des beaux produits photographiques avec les ouvrages de la peinture et du dessin, d'une part rectifiera le goût du public, et d'autre part forcera les grands artistes à se dépasser eux-mêmes. En effet, la photographie sur papier traduit et représente avec une vérité admirable; pour faire mieux qu'elle, l'artiste devra donner à l'interprétation plus d'importance qu'il ne lui en accorde d'ordinaire. Il faudra que l'individualité de l'artiste, il faudra que l'âme du peintre passent plus profondément et brillent encore plus dans ses œuvres, pour qu'elles l'emportent sur les résultats d'un instrument qui réalise si bien à lui seul certaines de ces qualités. En forçant ainsi le peintre à imprimer davantage son cachet personnel à ses travaux, en l'amenant à placer l'interprétation et la poésie bien au-dessus de l'imitation matérielle, la photographie aura heureusement concouru à l'avancement des beaux-arts, et fourni un exemple aussi noble qu'imprévu de la science offrant à l'art une main secourable pour s'élever avec lui vers ce type de perfection idéale où tend l'humanité et qui part de l'homme pour aboutir à Dieu.

LA TÉLÉGRAPHIE AÉRIENNE

ET

LA TÉLÉGRAPHIE ÉLECTRIQUE.


Google

LA TÉLÉGRAPHIE AÉRIENNE

ET

LA TÉLÉGRAPHIE ÉLECTRIQUE.

La télégraphie électrique, dont la réalisation parfaite ne date que d'un petit nombre d'années, est cependant d'une origine ancienne; il y a tout juste un siècle que furent exécutés les premiers essais de ce genre. L'idée d'appliquer l'électricité à la transmission des signaux est en effet si simple, qu'elle vint naturellement à l'esprit des physiciens qui observèrent les premiers la rapidité prodigieuse avec laquelle le fluide électrique circule dans ses conducteurs. Mais pour plier aisément l'électricité aux exigences infinies des communications télégraphiques, il aurait été nécessaire de posséder une connaissance approfondie de cet agent. Or, pendant toute la durée du XVIIIe siècle, l'électricité ne fut connue que dans une partie de ses propriétés. Aussi, bien des tentatives, bien des essais inutiles furent-ils réalisés à cette époque; l'idée de la télégraphie électrique fut, dans cet intervalle, cent fois abandonnée et reprise. D'ailleurs, en même temps que les physiciens s'efforçaient d'appliquer le fluide électrique à la transmission de la pensée, d'autres savants cherchaient la solution du même problème dans l'emploi de moyens en apparence plus simples. Un grand nombre de mécaniciens s'occupaient d'établir un



système rapide de correspondance, en combinant divers signaux formés dans l'espace et visibles à des distances éloignées. Les difficultés sans cesse renaissantes que l'on rencontrait dans le maniement pratique de l'électricité, encourageaient naturellement les efforts des partisans de la télégraphie aérienne. Enfin, dans les dernières années du XVIIIe siècle, la persévérance et le génie d'un mécanicien français mirent un terme à ces luttes. La découverte du télégraphe de Chappe, qui remplit d'une manière si remarquable les conditions les plus variées et les plus difficiles de l'art, consacra le triomphe de la télégraphie aérienne. C'est alors que fut adopté et établi le système de la télégraphie aérienne.

Cependant, depuis cette époque, la physique s'est enrichie d'admirables conquêtes; l'électricité a révélé à nos savants des propriétés inattendues. Ces caractères, ces aptitudes nouvelles, si heureusement découverts dans l'agent électrique, ont permis de le manier et de l'assouplir comme le plus docile de nos instruments. Dès lors la télégraphie électrique a pu regagner le terrain qu'elle avait perdu, elle n'a pas tardé à mettre en évidence son incontestable supériorité sur la télégraphie aérienne, et à se substituer peu à peu à sa rivale. Il sera donc nécessaire de comprendre ici, dans la même étude, l'histoire de ces deux inventions. Elles ont marché simultanément, s'atteignant, se dépassant entre elles au milieu des fortunes les plus diverses, s'empruntant mutuellement le secours de leurs méthodes, se disputant, à des titres divers, le succès et la faveur publique. Leur marche, leurs progrès, leurs perfectionnements successifs sont si étroitement unis, qu'à les disjoindre, à les considérer isolément, on courrait le risque d'être inintelligible ou inexact.

CHAPITRE PREMIER.

Premiers essais de télégraphie. — Amontons. — Guillaume Marcel. — Télégraphe acoustique de dom Gauthey.

Les premiers essais de télégraphie ne remontent qu'à la fin du XVIIe siècle. Chez tous les peuples et dans tous les temps, on a employé, il est vrai, divers systèmes de signaux destinés à transmettre rapidement des avis d'un point à un autre; mais ces moyens imparfaits ou grossiers n'offraient aucune combinaison qui pût suffire à exprimer plus de trois ou quatre pensées bien déterminées d'avance. L'art des signaux, que l'on rencontre à divers degrés de perfectionnement chez toutes les nations civilisées, ne pouvait se développer et s'étendre que par les progrès de l'optique. Pour écrire de loin, il faut voir de loin : la découverte des lunettes d'approche et des télescopes pouvait donc seule permettre de créer la télégraphie.

C'est à un physicien français, Guillaume Amontons, que revient l'honneur d'avoir appliqué le premier les instruments d'optique à l'observation des signaux aériens. Dans l'*Eloge d'Amontons*, Fontenelle a décrit son invention avec assez d'exactitude.

« Peut-être, dit Fontenelle, ne prendra-t-on que pour un jeu d'esprit, mais du moins très ingénieux, un moyen qu'il inventa de faire savoir tout ce qu'on voudrait à une très grande distance, par exemple de Paris à Rome, en très peu de temps, comme en trois ou quatre heures, et même sans que la nouvelle fût sue dans tout l'espace d'entre-deux. Cette proposition, si paradoxe et si chimérique en apparence, fut exécutée dans une petite étendue de pays, une fois en présence de Monseigneur, et une autre en

présence de Madame. Le secret consistait à disposer dans plusieurs postes consécutifs des gens qui, par des lunettes de longue vue, ayant aperçu certains signaux du poste précédent, les transmissent au suivant, et toujours ainsi de suite, et ces différents signaux étaient autant de lettres d'un alphabet dont on n'avait le chiffre qu'à Paris et à Rome. La plus grande portée des lunettes faisait la distance des postes, dont le nombre devait être le moindre qu'il fût possible ; et comme le second poste faisait des signaux au troisième à mesure qu'il les voyait faire au premier, la nouvelle se trouvait portée à Rome presque en aussi peu de temps qu'il en fallait pour faire les signaux à Paris. »

Amontons était un des physiciens les plus habiles du XVIIe siècle. Ses travaux sur le thermomètre à air, sur le baromètre et sur l'hygrométrie, ont exercé sur les progrès de la physique une influence puissante. Il était né inventeur. Mais s'il avait le génie qui dicte les découvertes, il était loin de réunir les qualités d'esprit qui font le succès et la fortune des inventions. Hors de ses livres et de ses machines, c'était l'homme le plus gauche et le plus ennuyeux du monde. Ajoutez qu'il était sourd. Il ne voulut jamais essayer de guérir sa surdité : « Il se trouvait bien, dit Fontenelle, de ce redoublement d'attention et de recueillement qu'elle lui procurait, semblable en quelque chose à cet ancien qui se creva les yeux pour n'être pas distrait dans ses méditations philosophiques. » Ceci était admirable pour faire des découvertes, mais peu avantageux pour les propager au dehors. Aussi est-il probable que la machine à signaux qu'il imagina vers 1690 serait restée à jamais inconnue, si le hasard ne s'en était mêlé.

Mademoiselle Chouin, maîtresse du premier dauphin, fils de Louis XIV, entendit parler à Versailles de la découverte d'Amontons. En sa qualité de favorite, mademoiselle Chouin avait ses caprices; elle eut la fantaisie de voir fonctionner la machine du savant. Mais mademoiselle Chouin avait d'autres qualités : elle avait du cœur, elle s'intéressa à la fortune du

pauvre inventeur ignoré; elle ne manquait pas d'ailleurs d'un certain esprit d'intrigue, ce qui fit qu'en dépit de l'indolence et de l'apathie du dauphin, elle obtint de lui la promesse d'une expérience publique. L'expérience eut lieu dans le jardin du Luxembourg, mais elle tourna fort mal. La présence du dauphin, les brillants costumes des seigneurs qui l'entouraient, tout cet étalage solennel et inusité, troublèrent le savant. Sa surdité augmentait sa confusion. Il manœuvra tout de travers et ne put transmettre aucun signal. Le prince se mit à bâiller, tous les courtisans l'imitèrent, et la séance se termina sur cette triste impression.

Cependant mademoiselle Chouin ne se découragea pas : elle obtint une seconde épreuve qui se fit en présence de la dauphine. Cette fois les choses marchèrent mieux, mais tout le crédit de la favorite ne put aller plus loin. Que pouvait-elle obtenir de plus de la nullité d'un prince qui, au rapport de Saint-Simon, depuis qu'il était sorti des mains de ses précepteurs, « n'avait de sa vie lu que l'article *Paris* dans la *Gazette de France*, pour y voir les mariages et les morts? » Amontons, découragé, abandonna sa découverte. Il se consola de cet échec, en prenant place, quelques années plus tard, sur les bancs de l'Académie des sciences.

On a beaucoup vanté les encouragements et les honneurs qui furent accordés sous Louis XIV aux lettres et aux beaux-arts. Il faudrait ajouter, pour tout dire, que les sciences participaient rarement de ces hautes faveurs. Quand Louis XIV eut fondé l'Académie, lorsqu'il l'eut installée au Louvre, et qu'il eut ainsi fait aux académiciens la politesse royale de les recevoir chez lui, il se crut suffisamment acquitté envers la science. Cinq ou six pensions accordées à quelques savants bien en cour, adulateurs émérites de la trempe de Fontenelle ou de Fagon, en de rares occasions quelques visites solennelles aux académiciens assemblés, voilà à peu près à quoi se réduisit la protection du grand

roi. On cesse d'être surpris de la lenteur qu'a présentée, au XVIIe siècle, le développement des sciences, quand on songe qu'elles avaient Fontenelle pour interprète et Louis XIV pour protecteur. On vient de voir comment fut accueillie l'idée d'Amontons, qui renfermait le germe de la télégraphie moderne; quelques années après, un autre inventeur se présenta avec une découverte semblable, et il ne fut pas mieux traité.

Cet autre inventeur s'appelait Guillaume Marcel; il occupait à Arles la place de commissaire de marine. Après plusieurs années de recherches, il était parvenu à construire une machine qui transmettait des avis dans le seul intervalle de temps qu'il aurait fallu pour les écrire. Les expériences faites à Arles, et dont le procès-verbal existe encore, ne laissent aucun doute à cet égard. Les mouvements de la machine s'exécutaient, dit-on, avec une rapidité égale à la pensée. En outre, l'appareil fonctionnait de nuit aussi bien que de jour; il représentait donc le phénix tant cherché de la télégraphie nocturne.

L'inventeur se refusa à publier sa découverte; il voulut d'abord la mettre sous l'invocation et la protection de Louis XIV. Marcel avait déjà servi le grand roi. Avocat au conseil, il avait suivi M. Girardin à l'ambassade de Constantinople; nommé ensuite commissaire près du dey d'Alger, il y conclut le traité de 1677, qui rétablit nos relations commerciales dans le Levant. C'est en récompense de ces services qu'il avait obtenu la place de commissaire de la marine à Arles. Il voulut donc présenter au roi l'hommage et les prémices de son invention : il lui adressa un mémoire descriptif avec les dessins de son appareil; il ne demandait rien d'ailleurs, et sollicitait seulement le transport de sa machine à Paris. Ce mémoire resta sans réponse; le roi était vieux, il commençait à négliger, pour les choses du ciel, son royaume terrestre. Marcel écrivit lettres sur lettres aux ministres; mais Colbert n'était plus là, il n'y avait plus que Chamillard, et le pauvre homme avait assez à faire avec la coali-

tion européenne à combattre et madame de Maintenon à ménager. Marcel attendit longtemps. Un jour, fatigué d'attendre et dans un moment de désespoir, il brisa sa machine et jeta au feu ses dessins. A quelques années de là, il mourut, emportant son secret. Il ne laissa ni plan, ni description de ses instruments, et l'on ne trouva dans ses papiers que son *Livre des signaux* (*Citatæ per aera decursiones*), dont sa femme et un de ses amis avaient seuls la clef.

Le nom de Guillaume Marcel est à peu près oublié aujourd'hui, ou du moins il n'est resté attaché qu'à quelques ouvrages qu'il a laissés concernant l'histoire sacrée ou profane, et la chronologie. C'était le premier chronologiste de son siècle. Il réunissait toutes les qualités de l'état, car sa mémoire tenait du prodige. Le *Journal des savants* de 1678 (où il est désigné, par erreur typographique, sous le nom de Marcet) nous apprend qu'il « faisait faire l'exercice à un bataillon, nommant tous les soldats par le nom qu'ils avaient pris en défilant une fois devant lui, » et qu'il exécutait de mémoire une opération d'arithmétique, fût-elle de trente chiffres. On ajoute qu'il dictait à la fois à plusieurs personnes en six ou sept langues différentes.

L'histoire des premiers essais de la télégraphie nous amène à dire quelques mots des expériences de télégraphie acoustique faites en France vers la fin du siècle dernier.

Le 1er juin 1782, l'Académie des sciences tenait sa séance au Louvre, lorsque l'on vit entrer, conduit par Condorcet, un moine revêtu de la robe des Bénédictins : c'était dom Gauthey, religieux de l'abbaye de Cîteaux. Dans les loisirs du cloître, il avait imaginé un moyen de correspondance entre les lieux éloignés, et il venait en faire l'exposition devant l'Académie. Dom Gauthey avait vingt-cinq ans à peine : il était d'une taille élevée, et son visage était empreint d'une douceur et d'un charme inexprimables. Quand il prit la parole pour faire connaître les principes de son invention, son élocution contenue et grave

produisit sur la docte assemblée l'effet le plus heureux. Son succès fut complet; il dépassa bientôt les limites de l'enceinte académique. Pendant quelques jours, le jeune bénédictin fut le héros de la cour et de la ville. Condorcet écrivit à ce sujet un rapport plein d'éloges, et Louis XVI s'empressa d'ordonner l'essai public du système de dom Gauthey. Ce système consistait à établir, entre des postes successifs, des tubes métalliques d'une très grande longueur, à travers lesquels la voix se propageait sans perdre sensiblement de son intensité. Dom Gauthey affirmait pouvoir transmettre ainsi, dans une heure, un avis à deux cents lieues de distance.

Les expériences ordonnées par Louis XVI eurent lieu, sur une longueur de huit cents mètres, dans un des tuyaux qui conduisaient l'eau à la pompe de Chaillot. Elles ne laissèrent aucun doute sur la vérité des assertions de dom Gauthey. A la suite de ce premier essai, l'inventeur demanda l'épreuve de son système acoustique sur une échelle plus étendue. Il proposait de poser des tubes enchâssés les uns dans les autres de manière à former un tuyau non interrompu, et prétendait, avec trois cents tuyaux de mille toises chacun, faire passer, en moins d'une heure, des dépêches à cent cinquante lieues. Cependant cette expérience fut jugée ruineuse, et la munificence royale recula devant les dépenses qu'elle devait entraîner.

Dom Gauthey se tourna alors d'un autre côté; il ouvrit une souscription, mais elle fut insuffisante pour couvrir les frais probables de l'entreprise. Pendant cet intervalle, l'engouement du public avait disparu. Dans cette société frivole, les impressions se formaient et s'effaçaient avec la même promptitude; le caprice d'un jour avait élevé la fortune du jeune bénédictin, elle s'envola au premier souffle contraire. Au bout de six mois, dom Gauthey était si parfaitement oublié, qu'il ne put trouver en France un imprimeur qui consentît à publier, même à prix d'argent, l'exposé de son système.

En désespoir de cause, le pauvre inventeur s'embarqua l'année suivante pour l'Amérique; il y fit connaître sa découverte et demanda des souscriptions. Mais il ne put trouver qu'un imprimeur qui voulût bien publier son *Prospectus*, qui parut à Philadelphie en 1783.

Les idées de dom Gauthey étaient cependant beaucoup plus rationnelles qu'on ne le penserait peut-être au premier aperçu. Rien n'indique dans la théorie mathématique du mouvement de l'air, que le son doive s'affaiblir en parcourant de longs tuyaux, aussi est-il probable que les expériences de dom Gauthey, reprises sérieusement, amèneraient d'utiles résultats. Le son parcourt trois cent quarante mètres par seconde, ou trois cent six lieues par heure; on conçoit donc que s'il peut se transmettre sans s'altérer dans des tuyaux cylindriques, on pourrait obtenir, en disposant un certain nombre de postes aux distances convenables, un moyen de correspondance qui ne serait pas sans valeur.

Non-seulement, en effet, les tubes propagent très bien le son, mais ils en accroissent singulièrement la puissance. Un coup de pistolet tiré à l'une des extrémités d'un tube fait entendre à l'autre extrémité le bruit du canon. M. Jobard a reconnu que le mouvement d'une montre, qui n'est pas sensible à la distance de seize centimètres, s'entend très bien au bout d'un tuyau métallique de seize mètres, sans que la montre touche le métal et même lorsqu'elle en est éloignée de plusieurs pieds. Dom Gauthey avait déjà reconnu le même fait avec un tuyau de cent dix pieds. MM. Biot et Hassenfratz ont fait des expériences plus décisives encore et qui confirment parfaitement les faits avancés par le moine de Cîteaux. Ils ont reconnu qu'à travers les tubes souterrains, la voix se propage sans rien perdre de son intensité à un kilomètre de distance (1).

(1) Ces curieuses expériences ont été faites à l'aide des tubes cylin-

Le son peut d'ailleurs se transporter à des distances considérables sans l'intermédiaire d'aucun conducteur. Le docteur Arnoldt raconte que pendant son retour d'Amérique en Europe, à bord du paquebot, tout à coup un matelot s'écria

driques qui servent à l'écoulement souterrain des eaux de Paris. Au moyen de ces tubes, M. Biot put soutenir une conversation à voix basse avec une personne placée à près d'un kilomètre de distance; ni lui ni son interlocuteur n'eurent besoin de poser l'oreille sur le tuyau, tant la perception était aisée; les sons leur parvenaient dans toute leur pureté, on les entendait même deux fois très distinctement : une fois dans le tube, une autre fois à travers l'air extérieur. « Les mots, dits aussi bas que lorsqu'on parle en secret à l'oreille, étaient reçus et appréciés. Des coups de pistolet, tirés à l'une des extrémités, occasionnaient à l'autre une explosion considérable; l'air était chassé du tuyau avec assez de force pour jeter à plus d'un demi-mètre des corps légers, et pour éteindre des lumières..... Enfin, ajoutent les auteurs de cette expérience, le seul moyen de ne pas être entendu à cette distance eût été de ne pas parler du tout. » (*Mémoires de la Société d'Arcueil*, t. II.)

M. Jobard a répété et a beaucoup étendu ces expériences. Il fit placer 601 pieds de tubes de zinc de 3 pouces de diamètre dans un vaste atelier. Ces tubes, dont les diverses portions étaient mal jointes, formaient entre eux onze coudes à angle droit : ils montaient et descendaient d'étage en étage; une partie était suspendue aux murs, une autre couchée sur le plancher. Plusieurs centaines de personnes ont constaté qu'on s'entendait ainsi parfaitement, même en causant à voix basse. Ce dernier fait a mis hors de doute un point que MM. Biot et Hassenfratz n'avaient pas résolu : c'est que le bruit extérieur n'entrave pas les communications acoustiques; en effet, pendant cette expérience, des machines à vapeur marchaient, des tours, des limes et des marteaux ébranlaient tous les étages de l'atelier, sans nuire aucunement à la perception des sons.

Des ingénieurs distingués ont étudié, en Belgique, la question de l'établissement des tubes acoustiques. On a reconnu que les conditions de succès résident dans la nature des tubes qui doivent être composés de métaux sonores et dans leur isolement le plus complet possible par rapport au sol. Le gouvernement belge a depuis longtemps accordé l'autorisation d'établir le long des routes des tubes de ce genre. Il n'est pas douteux qu'on ne pût parvenir à correspondre ainsi entre des villes fort éloignées l'une de l'autre. Le savant Babbage se fait fort de causer de Londres avec une personne résidant à Liverpool, qui en est éloignée de 70 lieues. Rumford était plus hardi, il pensait que la voix humaine peut franchir ainsi des centaines de lieues.

qu'il entendait le son des cloches. Ceci fit beaucoup rire l'équipage : on était à cent lieues de la côte. Cependant le docteur prit la chose plus au sérieux. Il remarqua qu'il régnait une brise de terre assez forte, et que dans ce moment la voile du vaisseau était concave. Il se plaça au foyer de la voile et entendit parfaitement la volée des cloches. Il tint note du jour et de l'heure. Six mois après, de retour en Amérique, il apprit qu'au jour et à l'heure qu'il avait notés, il y avait eu à Rio-Janeiro un branle-bas des cloches à l'occasion de la fête de la ville. Un autre jour, le docteur Arnoldt, se trouvant sur le bord d'un lac de sept lieues de large, entendit, d'une rive à l'autre, le cri des marchands d'huîtres et le bruit des rames. Au rapport de Franklin, les globes de feu formés par des météores à plus d'une lieue d'élévation dans les airs, produisent, en éclatant à cette hauteur, un bruit que l'on entend sur terre à vingt-cinq lieues à la ronde (1). Le traducteur de Franklin ajoute qu'il a entendu à Paris des coups de canon tirés à Lille.

C'est d'après ces faits que quelques personnes ont proposé d'établir des télégraphes au moyen du langage parlé. Il serait facile, selon le docteur Arnoldt, de créer un service télégraphique fondé sur ce principe. Tout l'appareil consisterait en une sorte de miroir métallique concave placé sur une éminence à l'une des extrémités de la ligne ; à quelques lieues de là, à l'autre extrémité de la ligne, un porte-voix parabolique serait dirigé vers cette surface. On recueillerait les sons envoyés par le porte-voix en se plaçant au foyer du miroir. Ce serait là évidemment un moyen de correspondance fort peu dispendieux. Malheureusement la démonstration pratique a manqué jusqu'ici au système proposé par le docteur Arnoldt.

Le désir de justifier les idées de dom Gauthey, à peu près oubliées aujourd'hui, nous a entraîné à une digression un peu longue. Revenons à la série des essais télégraphiques.

(1) *Lettre de Franklin*, 20 juillet 1762.

CHAPITRE II.

Première application de l'électricité à la transmission des signaux. — Lesage. — Lomond. — Reiser. — Bettancourt. — François Salva. — Retour à la télégraphie aérienne. — Linguet. — Dupuis. — Bergstrasser.

La découverte des phénomènes généraux de l'électricité vint changer la direction des essais entrepris jusqu'à cette époque pour la création ou le perfectionnement de l'art des signaux.

Les phénomènes de l'électricité statique ne sont connus que depuis le milieu du siècle dernier. C'est vers l'année 1750 que Grey en Angleterre, et Dufay en France, découvrirent les faits qui devaient servir de base à toute une science nouvelle. L'observation du transport à distance de l'électricité, celle des corps conducteurs et non conducteurs, les curieuses propriétés de l'étincelle électrique, tous ces faits si remarquables et si nouveaux excitaient au plus haut degré l'attention des savants. Les découvertes arrivaient de tous les côtés. Mussenbroëk construisait la bouteille de Leyde; Lemonnier observait les singuliers effets de l'électricité statique sur le corps de l'homme et des animaux; on essayait, en France et en Angleterre, d'apprécier la vitesse de transmission de l'électricité, et l'on voyait, avec un étonnement profond, ce fluide franchir, dans un temps inappréciable, la distance de deux lieues. Peu de temps après, Franklin découvrait au sein de l'atmosphère la présence de l'électricité libre; préludant à la plus éclatante des découvertes humaines, il s'apprêtait à aller conjurer au sein des nuées orageuses les terribles effets de l'électricité météorique.

Au milieu de cet élan général vers l'étude des phénomènes

électriques, il était impossible que l'idée si simple d'appliquer l'électricité à la transmission des signaux ne vînt pas à se produire. Dès l'année 1750, on avait, dit-on, conçu en Angleterre l'idée d'un télégraphe mis en action par l'électricité; cependant ce projet resta sans exécution. L'honneur d'avoir réalisé pour la première fois cette belle application des phénomènes électriques, appartient à un savant Génevois d'origine française, nommé Georges-Louis Lesage. C'était un physicien habile qui a laissé des travaux estimés; il vivait à Genève du produit de quelques leçons de mathématiques. C'est vers l'année 1760 que Lesage conçut le projet d'un télégraphe électrique qu'il établit à Genève en 1774. L'instrument qu'il imagina, et qui n'était d'ailleurs qu'un appareil de démonstration ou d'essai, se composait de vingt-quatre fils métalliques séparés les uns des autres et noyés dans une substance non conductrice. Chaque fil allait aboutir à un électromètre particulier formé d'une petite balle de sureau suspendue à un fil de soie. En mettant une machine électrique ou un bâton de verre électrisé en contact avec l'un de ces fils, la balle de l'électromètre qui y correspondait était repoussée, et ce mouvement indiquait la lettre de l'alphabet que l'on voulait faire passer d'une station à l'autre.

Lesage était en correspondance avec les savants les plus distingués de l'Europe, et particulièrement avec d'Alembert. C'est ce dernier sans doute qui lui suggéra l'idée de faire hommage de sa découverte au grand Frédéric, qui aurait aisément fait la fortune de l'invention. Lesage se proposait, en effet, d'offrir sa découverte au roi de Prusse; il avait même préparé la lettre suivante, qui devait accompagner l'envoi de ses instruments :

« Ma petite fortune est non-seulement suffisante pour tous mes besoins personnels, mais elle suffit même à tous mes goûts,

excepté un seul, celui de fournir aux besoins et aux goûts des autres hommes. Ce désir-là, tous les monarques du monde réunis ne pourraient me mettre en état de le satisfaire pleinement. Ce n'est donc pas au patron qui peut donner beaucoup que je prends la liberté d'adresser la découverte suivante, mais à celui qui peut en faire beaucoup d'usage. »

Mais Frédéric se trouvait à cette époque au milieu des embarras de la guerre de sept ans; Lesage abandonna son projet.

Cependant l'idée de la télégraphie électrique avait déjà si bien pénétré dans tous les esprits, qu'on la trouve quelques années après réalisée à la fois en France, en Allemagne et en Espagne. En 1787, un physicien, nommé Lomond, avait construit à Paris une petite machine à signaux fondée sur les attractions et les répulsions des corps électrisés. C'est ce que nous apprend Arthur Young dans son *Voyage en France :*

« M. Lomond, dit-il, a fait une découverte remarquable dans l'électricité. Vous écrivez deux ou trois mots sur du papier, il les prend avec lui dans une chambre, et tourne une machine dans un étui cylindrique au haut duquel est un électromètre avec une jolie petite balle de moelle de plume; un fil d'archal est joint à un pareil cylindre placé dans un appartement éloigné, et sa femme, en remarquant les mouvements de la balle qui y correspond, écrit les mots qu'ils indiquent; d'où il paraît qu'il a formé un alphabet du mouvement. Comme la longueur du fil d'archal ne fait aucune différence sur l'effet, on pourrait entretenir une correspondance de fort loin, par exemple, avec une ville assiégée, ou pour des objets beaucoup plus dignes d'attention ou mille fois plus innocents : entre deux amants à qui l'on défendrait des liaisons plus intimes. Quel que soit l'usage qu'on en pourra faire, la découverte est admirable. »

En Allemagne, Reiser proposa, en 1794, d'éclairer à distance, au moyen d'une décharge électrique, les diverses lettres de l'alphabet, que l'on aurait découpées d'avance sur des carreaux de verre recouverts de bandes d'étain. L'étincelle élec-

trique devait se transmettre par vingt-quatre fils correspondant aux vingt-quatre lettres; on aurait isolé les fils en les enfermant sur tout leur parcours dans des tubes de verre.

En Espagne, Bettancourt, ingénieur d'un grand mérite, avait déjà essayé, en 1787, d'appliquer l'électricité à la production des signaux, en se servant des bouteilles de Leyde, dont il faisait passer la décharge dans des fils allant de Madrid à Aranjuez. Mais quelques années plus tard, la télégraphie électrique était beaucoup plus avancée dans le même pays. En 1796, François Salva établit à Madrid un télégraphe électrique. François Salva était un médecin catalan qui s'était acquis dans la Péninsule une grande réputation par le courage et la persévérance qu'il avait montrés comme propagateur des progrès de la vaccine. Il lutta pendant toute sa vie contre l'ignorance du peuple et l'entêtement des moines. Ce médecin, qui savait, comme on le voit, reconnaître et propager les découvertes utiles, présenta à l'Académie des sciences de Madrid un mémoire sur l'application de l'électricité à la production des signaux. Le prince de la Paix voulut examiner ses appareils, et charmé de la promptitude de leurs effets, il les fit fonctionner lui-même en présence du roi. A la suite de ces essais, l'infant don Antonio, fils de Ferdinand, fit construire, dit-on, un télégraphe de ce genre qui embrassait un espace étendu.

Toutefois, hâtons-nous de le dire, un télégraphe électrique, fondé sur les seuls phénomènes d'électricité que l'on connaissait à la fin du siècle dernier, ne pouvait, dans aucun cas, être considéré comme un appareil sérieux. On pouvait en faire une curieuse machine de cabinet, un instrument propre à fournir quelques expériences intéressantes, mais il était impossible de songer à l'appliquer au dehors à une correspondance télégraphique. A cette époque, on n'avait encore découvert que l'électricité *statique*, c'est-à-dire celle qui est dégagée par le frottement et fournie par les machines électriques. Or l'élec-

tricité provenant de cette source ne réside qu'à la surface des corps, et tend continuellement à s'en échapper. C'est une électricité animée d'une grande tension, comme on le dit en physique. Il résulte de là qu'elle abandonne ses conducteurs sous l'influence des causes les plus indifférentes; l'air humide, par exemple, suffit pour la dissiper. Un agent aussi difficile à contenir ne pouvait donc, en aucune manière, être utilisé pour le service de la télégraphie. C'est dire assez que toutes les tentatives faites jusqu'à la fin du dernier siècle pour plier l'électricité au besoin de la correspondance durent être frappés d'une impuissance radicale. Après trente ans de travaux inutiles, on abandonna cette idée comme impraticable, on fut contraint d'en revenir aux signaux formés dans l'espace et visibles à de grandes distances.

C'est à cette époque, c'est à la suite de ces travaux infructueux, que le télégraphe aérien aujourd'hui en usage en Europe fut découvert en France par la patience et le génie de Claude Chappe. Mais avant d'en venir à une découverte qui a si dignement marqué dans l'histoire de la civilisation moderne, il convient de signaler quelques recherches intermédiaires qui l'ont précédée, sinon préparée.

Dans ses *Mémoires sur la Bastille*, le journaliste Linguet revendique l'honneur de la découverte du télégraphe français. Par suite de son humeur agressive et inquiète, Linguet passa, comme on le sait, plusieurs années de sa vie à la Bastille. Dans les loisirs forcés de la captivité, son ardente imagination continuait de se donner carrière. Comme il s'était occupé de tout, Linguet avait fait certaines études sur la lumière, il a même publié quelques pages sur cette question. C'est à la suite de ses observations d'optique qu'il fut conduit à imaginer un plan de télégraphe aérien. Il proposa au gouvernement d'en dévoiler le secret en échange de sa liberté; il ne donnait cependant aucune description de sa machine, disant seulement qu'elle avait beau-

coup d'analogie avec un outil très employé dans les ateliers. On ne voulut pas écouter le journaliste, et peu de temps après, le ministère le laissa sortir sans conditions. Une fois dehors, Linguet oublia sa découverte; il ne s'en souvint qu'au bout de plusieurs années, pour revendiquer à l'encontre de Chappe la découverte du télégraphe.

En 1788, l'auteur de l'*Origine des cultes*, François Dupuis, habitait Belleville, tandis que son ami Fortin avait fixé sa résidence à trois lieues de Paris. Pour correspondre avec son ami à travers la distance qui les séparait, il imagina et fit placer au-dessus de sa maison une machine télégraphique. Cette machine devait avoir quelque valeur, car elle subsista longtemps. Cependant, à l'apparition du télégraphe de Chappe, Dupuis la fit disparaître.

En Allemagne, un savant de Hanau, nommé Bergstrasser, a consacré sa vie presque entière à la télégraphie. Il a écrit sur ce sujet quelques ouvrages estimés, et a construit un grand nombre d'appareils télégraphiques. Le mérite principal de ses travaux réside dans les perfectionnements qu'il apporta au vocabulaire de la correspondance. Il représentait les mots par des chiffres; seulement, comme le système ordinaire de numération aurait exigé un trop grand nombre de caractères, il faisait usage de l'arithmétique binaire ou quaternaire, qui n'emploie que deux ou quatre signes pour représenter tous les nombres. C'est le système qu'ont adopté plus tard les ingénieurs anglais pour leur télégraphe aérien.

Cependant Bergstrasser se proposait moins de construire un télégraphe que d'expérimenter les divers moyens de transmettre au loin la pensée. Il avait étudié dans cette vue tous les procédés de correspondance imaginés avant lui. Il employait le feu, la fumée, les feux réfléchis sur les nuages, l'artillerie, les fusées, les explosions de poudre, les flambeaux, les vases remplis d'eau, signaux des anciens Grecs, le son des cloches, celui

des trompettes et des instruments de musique, les cadrans, les drapeaux mobiles, les fanaux, les pavillons et les miroirs. Nous n'avons pas besoin de faire remarquer tout ce qu'avait d'impraticable la combinaison de tant de moyens différents. L'arithmétique binaire exige que l'on répète un très grand nombre de fois les deux signes qui représentent les différents nombres, lorsque ces nombres sont un peu élevés; il résultait de là que, pour transmettre une phrase de quelques lignes, il fallait reproduire à l'infini le même signal. Si l'on faisait usage du canon ou de fusées, pour une phrase composée d'une vingtaine de mots, Bergstrasser faisait tirer vingt mille coups de canon ou vingt mille fusées. L'excentricité allemande ne perd jamais ses droits : Bergstrasser fut un moment sur le point de voir adopter ses vingt mille coups de canon.

Il ne manquait à sa gloire que d'avoir composé un télégraphe vivant. C'est ce qu'il fit en 1787, en dressant un régiment prussien à transmettre des signaux. Les soldats exécutaient les manœuvres télégraphiques par les divers mouvements de leurs bras. Le bras droit étendu horizontalement indiquait le numéro 1; le gauche placé de la même manière, le numéro 2; les deux bras ensemble, le numéro 3; le bras droit élevé verticalement, le numéro 4; et le bras gauche en l'air, le numéro 5. Ces télégraphes animés manœuvrèrent en présence du prince de Hesse-Cassel. Le régiment obtint un succès de fou rire.

A part ces bizarreries, Bergstrasser a rendu à la télégraphie de notables services. Ses calculs pour la combinaison des chiffres représentatifs des mots étaient d'une rare justesse. Sa prévoyance n'était jamais en défaut. Il embrassait même le cas où les interlocuteurs ne pourraient s'apercevoir entre eux, bien qu'ils fussent assez près pour se toucher. Alors il armait leurs mains d'un miroir avec lequel ils dirigeaient les rayons du soleil sur un objet placé à l'ombre; la répétition de ce signal à intervalles fixes était, dans ce cas, la base de l'alphabet.

Un autre original, le baron Boucherœder, fut jaloux de l'une des inventions de Bergstrasser, c'est-à-dire de ses télégraphes animés. Il était colonel d'un régiment de chasseurs hollandais, et en 1795, il dressa ses soldats à des manœuvres télégraphiques. Mais le régiment prit peu de goût à ces exercices, car la moitié déserta, et l'autre moitié entra à l'infirmerie. Au sortir de l'hôpital, les soldats refusèrent de recommencer; le colonel, furieux, alla se plaindre à l'empereur François, qui lui rit au nez, ce qui occasionna, dit-on, au savant guerrier une telle colère, qu'il en mourut.

C'est ce même Boucherœder qui, dans son traité de l'*Art des signaux*, imprimé à Hanau en 1795, prétend que la tour de Babel n'avait d'autre objet que d'établir un point central de communications télégraphiques entre les différentes contrées habitées par les hommes.

Ainsi, jusqu'à la fin du siècle dernier, l'art télégraphique ne présentait que des principes confus et vagues, entièrement privés de la sanction pratique. Toutes ces idées, dont la plupart sont restées sans application, n'enlèvent donc rien à l'originalité des travaux de Chappe, qu'il est juste de considérer comme le seul inventeur de la télégraphie aérienne.

CHAPITRE III.

L'abbé Chappe. — Ses expériences télégraphiques. — Établissement des premiers télégraphes aériens. — La télégraphie aérienne adoptée en Europe.

Claude Chappe était fils d'un directeur des domaines de Rouen; il était neveu de l'abbé Chappe d'Auteroche, que son dévouement à la science a rendu célèbre, et qui, envoyé par l'Académie des sciences dans les déserts de la Californie pour

observer le passage de Vénus sur le disque du soleil, y périt victime du climat de ces contrées. Claude Chappe était né à Brûlon, dans le département de la Sarthe. Cadet d'une famille nombreuse, il entra dans les ordres. Il avait obtenu à Bagnolet, près de Provins, un bénéfice d'un revenu assez considérable qui lui fournissait les moyens de se livrer à son goût pour les recherches de physique. A l'âge de vingt ans, il faisait déjà partie de la *Société philomathique*, qui commençait à cette époque à prendre beaucoup d'importance.

La révolution française l'arrêta dans ses travaux. Il perdit son bénéfice et retourna à Brûlon au milieu de sa famille, où il retrouva quatre de ses frères, dont trois venaient aussi de perdre leurs places. Dans ces circonstances, il lui vint à la pensée de mettre à profit quelques essais qui remontaient aux premières années de sa vie. Il espéra pouvoir tirer parti, dans l'intérêt de sa famille, d'une sorte de jeu qui avait fourni des distractions à sa jeunesse.

L'abbé Chappe avait été élevé dans un séminaire près d'Angers, tandis que ses frères étaient placés dans une pension à une demi-lieue du séminaire. Pour tromper les ennuis de la séparation et de la solitude, il avait imaginé une manière de correspondre avec eux. Une règle de bois tournant sur un pivot, et portant à ses extrémités deux règles mobiles de moitié plus petites, tel était l'instrument qui leur avait servi à échanger quelques pensées. Par les diverses positions de ces règles, on obtenait cent quatre-vingt-douze signaux qu'il était facile de distinguer avec une longue-vue. Claude Chappe pensa que l'on pourrait tirer un certain parti de ces signaux, en les appliquant, sur une échelle étendue, aux rapports du gouvernement avec les villes de l'intérieur et de la frontière. Il proposa donc à ses frères de perfectionner ce moyen de correspondance et de l'offrir ensuite au gouvernement. Il fit adopter ses vues à sa famille, et décida ses frères à le seconder dans ses recherches.

Le système des règles mobiles, qui avait fonctionné heureusement lorsqu'il ne s'était agi que d'une correspondance entre deux points, rencontra des difficultés insurmontables quand on voulut multiplier les stations. On renonça donc à cette combinaison pour essayer l'électricité. Dans ses travaux de physique, l'abbé Chappe s'était surtout occupé d'électricité, et cet agent paraissait satisfaire si bien à toutes les conditions du problème télégraphique, que des essais de cette nature étaient pour ainsi dire commandés. Son cabinet de physique permit d'entreprendre les expériences; mais les frais qu'elles occasionnaient ne tardèrent pas à s'élever si haut, qu'il fallut vendre tous les instruments. D'ailleurs, ces essais, exécutés nécessairement avec l'électricité statique, n'amenaient aucun résultat avantageux.

On en vint alors à se servir d'un corps opaque, isolé dans l'atmosphère, et qui, par son apparition et sa disparition successives, indiquait l'instant précis où il fallait marquer le chiffre désigné par deux pendules placées aux deux stations, et parfaitement concordantes entre elles. On put, par ce moyen, correspondre régulièrement et avec une grande promptitude à trois lieues de distance. Ces résultats furent parfaitement constatés par des expériences spéciales dont le procès-verbal existe encore, et qui furent exécutées en présence des officiers municipaux et des notables du pays, au château de Brûlon.

Muni de ces procès-verbaux, l'abbé Chappe vint à Paris vers la fin de 1791, et après bien des difficultés et des démarches, il obtint la permission d'élever un de ses télégraphes sur le petit pavillon de gauche de la barrière de l'Étoile. Deux de ses frères le secondaient dans ces expériences qui donnaient les meilleurs résultats. Mais une nuit plusieurs hommes masqués envahirent le pavillon et enlevèrent le télégraphe.

Cette mystérieuse disparition de leur machine, qui n'a jamais été bien expliquée, découragea les inventeurs et refroidit leur zèle. Ils auraient probablement renoncé pour jamais à

l'entreprise, sans un événement qui vint leur rendre quelque espoir. L'aîné des frères Chappe fut nommé, par le département de la Sarthe, membre de l'Assemblée législative. Comptant sur le crédit du nouveau député, l'abbé Chappe retourna à Paris, et obtint l'autorisation d'établir un autre télégraphe dans le beau parc que Lepelletier de Saint-Fargeau possédait à Ménilmontant. Ce nouvel appareil consistait en un grand tableau de forme rectangulaire qui présentait plusieurs surfaces de couleurs différentes, et dont l'axe pivotait de telle sorte que ces surfaces paraissaient et disparaissaient à volonté. Ce n'était pas encore là, comme on le voit, le télégraphe actuel; c'est néanmoins la disposition qui a servi de modèle au télégraphe aérien qui est encore en usage en Angleterre et en Suède.

Les frères Chappe travaillaient avec ardeur à perfectionner et à régulariser le jeu de cet instrument, lorsqu'un matin, au moment où ils entraient dans le parc, ils virent accourir vers eux le jardinier tout épouvanté, qui leur criait de s'enfuir. Le peuple s'était inquiété du jeu perpétuel de ces signaux; on avait vu là quelque machination suspecte, on avait soupçonné une correspondance secrète avec le roi et les autres prisonniers du Temple, et l'on avait mis le feu à la machine. Le peuple menaçait de jeter aussi les mécaniciens dans les flammes. Les frères Chappe se retirèrent consternés.

Cependant Claude Chappe ne se laissa point abattre. Il voulut poursuivre jusqu'au bout une découverte dont la première pensée lui appartenait. Pour la troisième fois, il demanda l'autorisation d'établir, à ses frais, de nouvelles machines, et il l'obtint grâce au crédit de son frère le député. Il disposa donc trois postes, dont l'un fut placé à Ménilmontant, l'autre à Écouen, village à cinq lieues de Paris, et le troisième à Saint-Martin-du-Tertre, à quatre lieues d'Écouen. C'est à cette époque que furent arrêtés entre les frères Chappe les dispositions et les combinaisons du télégraphe actuel. Le mécanisme

des trois règles mobiles et le vocabulaire qui se rapporte à ces signaux furent alors mis en pratique pour la première fois.

Quand les stationnaires furent convenablement exercés à toutes les manœuvres de la ligne, l'inventeur demanda au gouvernement l'examen public de son appareil. Un an s'écoula sans amener de réponse. En d'autres temps peut-être ce retard eût été indéfini, et le projet de Chappe, enseveli dans les cartons d'un ministère, serait resté à jamais oublié. Mais à une époque où plusieurs armées, éparses sur divers points du territoire, avaient besoin de pouvoir communiquer librement et rapidement entre elles, un agent de correspondance précieux à tant d'égards devait appeler l'attention des dépositaires de l'autorité publique. Un député, nommé Romme, qui avait quelques notions de sciences, découvrit l'exposé de Chappe dans les bureaux du comité de l'instruction publique. Frappé de la lucidité de ce travail et comprenant son importance, il le signala avec éloges au comité. Nommé rapporteur du projet, le 4 avril 1793, Romme monta à la tribune, le mémoire de Chappe à la main, et il obtint de la Convention qu'une somme de 6000 francs fût consacrée à l'essai de ce système télégraphique.

Les expériences eurent lieu le 12 juillet suivant. Daunou et Lakanal, commissaire de la Convention, se tenaient à Saint-Martin, l'un des postes extrêmes, avec Abraham Chappe; Arbogast et quelques autres députés se trouvaient, avec l'abbé Chappe, à Ménilmontant. Les expériences durèrent trois jours. A la distance de sept lieues, toutes les dépêches furent transmises avec une précision et une promptitude extraordinaires. De retour à Paris, les commissaires firent à la Convention un rapport qui détermina l'Assemblée à ordonner, sans autre retard, l'établissement d'une ligne télégraphique de Paris à Lille. L'abbé Chappe fut chargé du soin d'organiser cette première ligne ; la Convention crut devoir l'honorer à cette occasion du titre, peu euphonique, d'*ingénieur télégraphe.*

Les travaux pour la construction de cette ligne durèrent plus d'une année. Nous n'avons pas besoin de dire quels obstacles il fallut surmonter, quelles ressources, quelle activité il fallut déployer dans l'organisation d'un système si nouveau. Ces difficultés ne pouvaient être vaincues que par le courage, la persévérance et l'accord d'une famille intéressée au succès d'une création dont la gloire devait lui revenir tout entière.

La ligne télégraphique fut inaugurée par l'annonce d'une victoire. Dans la séance du 30 novembre 1794, Carnot apporta à la Convention la nouvelle, expédiée par le télégraphe, de la prise de Condé sur les Autrichiens. Aussitôt les applaudissements éclatèrent sur tous les bancs de l'Assemblée. La Convention transmit immédiatement cette réponse : « L'armée du Nord a bien mérité de la patrie. » Elle envoya en même temps un décret par lequel le nom de la ville de Condé était changé en celui de *Nord-Libre*. La dépêche, la réponse et le décret furent transmis avec une telle promptitude, que les ennemis crurent que la Convention elle-même siégeait au milieu de l'armée.

En 1798, on construisit la ligne de Strasbourg. En 1799, le Directoire commença la ligne du Midi, qui s'arrêta à Dijon et ne fut pas mise immédiatement en activité. En 1805, Napoléon décréta la ligne de Paris à Milan. Celle de Lyon à Toulon a été construite sous la Restauration. Toutes ces lignes ont été organisées par les frères Chappe, qui furent mis, dès le début, à la tête de l'administration des télégraphes.

L'abbé Chappe est mort sous l'Empire. A la suite d'un dîner de savants où les convives s'étaient un peu animés, il se laissa choir dans un puits qu'il n'avait pas aperçu. Il eut la fin de l'astrologue de la Fable, avec lequel il n'est pas sans avoir eu quelque ressemblance durant sa vie.

Ses deux frères, René et Abraham, restèrent, après lui, à la tête de l'administration jusqu'en juillet 1830, époque à laquelle

le gouvernement provisoire les mit à la retraite. Abraham Chappe fut destitué pour avoir refusé, le 31 juillet 1830, de faire passer dans les départements les dépêches du gouvernement provisoire. René Chappe fut renvoyé tout simplement parce que l'on avait besoin de sa place. Il avait cependant prêté serment au gouvernement nouveau, « comme j'en avais prêté dix autres, » ajoute-t-il assez piteusement dans sa brochure publiée en 1840 au Mans, où il s'était retiré.

Il faut convenir que, dans cette affaire la sévérité fut poussée bien loin. Le nom des Chappe est une des gloires de la France; leur découverte avait excité l'envie et l'admiration de l'Europe; leur fortune s'était épuisée dans de longues et dispendieuses études; ils avaient donné à l'administration quarante ans de leur vie: ils avaient bien acquis le droit de mourir à leur poste. Mais si les gouvernements sont ingrats, la conscience publique reste fidèle au souvenir des gloires nationales. Quand on entre dans le cimetière de l'Est, on aperçoit, dans un coin retiré, un monument très simple qui porte pour tout emblème un télégraphe de fonte: c'est la tombe de l'abbé Chappe. Les hommes n'ont pas élevé d'autre monument à sa mémoire; mais celui-là suffira, dans sa simplicité éloquente, pour rappeler le nom du savant laborieux et modeste dont la vie n'a pas été sans influence sur les destinées contemporaines.

La découverte du télégraphe français produisit en Europe une sensation très vive; tous les peuples étrangers s'empressèrent de l'adopter ou de l'imiter. Notre télégraphe fut établi en Italie et en Espagne. Dans les pays septentrionaux, les brumes particulières à ces climats rendent difficilement visibles les signaux allongés; on préféra se servir de volets mobiles, dont les combinaisons sont assez variées pour offrir une multitude de signaux. On a vu d'ailleurs que Chappe avait, pendant quelque temps, employé cette disposition. En Angleterre et en Suède, les télégraphes aériens sont construits d'après ce système.



Le télégraphe suédois construit par M. Endelerantz se compose d'un grand cadre offrant des volets placés à égale distance, et disposés sur trois rangées verticales; chacun de ces volets est fixé à un axe mobile; ils peuvent prendre une position horizontale et verticale; en s'ouvrant ou se fermant de cette manière, ils forment 1024 signaux qui suffisent aux besoins de la correspondance. Les premiers essais du télégraphe suédois furent faits entre Drottningholm et Stockholm, le 30 octobre 1794. En 1796, on disposa trois télégraphes pour servir à la correspondance des deux bords d'Aland, à la distance de huit lieues.

Le télégraphe suédois était à peine établi, que le gouvernement anglais en adopta un à peu près semblable, qui fut élevé, en 1796, sur l'hôtel de l'Amirauté. C'était une sorte de grille occupée par six volets très rapprochés. Mais cette disposition, qui expose trop aisément à confondre les signaux placés à côté ou au-dessus les uns des autres, jointe d'ailleurs à l'existence habituelle des brouillards sous le climat défavorable de l'Angleterre, empêcha de retirer du télégraphe aérien tous les avantages qu'il procure dans les pays méridionaux. On a prétendu que le premier télégraphe établi à Londres en 1796 ne pouvait servir que vingt-cinq jours au plus dans l'année. Diverses modifications apportées à cet appareil ont amélioré, depuis cette époque, l'état de la télégraphie aérienne, sans l'amener cependant à un degré suffisant de valeur. C'est précisément en raison des insuccès répétés de la télégraphie aérienne, que la télégraphie électrique devait, plus tard, prendre en Angleterre un essor si rapide.

La découverte française se répandit plus lentement en Allemagne. Bergstrasser, qui n'abandonnait pas aisément la partie, dépeça, mutila le télégraphe français, et en fit une machine informe qui ne put jamais être employée. Il allait chercher toutes les raisons du monde pour donner le change à ses com-

patriotes sur le mérite de l'invention française. Et parfois il rencontrait de singuliers arguments : « Au reste, dit-il dans un ouvrage dédié à l'empereur François II, je pense que les Français n'emploient pas leur télégraphe à un autre but qu'à un but politique : on s'en sert pour amuser les Parisiens, qui, les yeux sans cesse fixés sur la machine, disent : *Il va*, *il ne va pas*. On profite de cette occasion pour détourner l'attention de l'Europe, et en venir insensiblement à ses fins. » Cependant on ne tint pas compte d'aussi bonnes raisons, et le télégraphe de Chappe est le seul appareil aérien qui fonctionne aujourd'hui dans les États allemands.

Le télégraphe aérien fut sur le point de s'installer en Turquie. L'ambassadeur ottoman fit demander pour son souverain un modèle de télégraphe au gouvernement français. Les appareils furent envoyés, mais personne, à Constantinople, ne put réussir à les faire fonctionner.

La découverte de Chappe devait trouver en Égypte un plus sérieux accueil. Méhémet-Ali, désireux de doter son pays de cette nouvelle conquête de la civilisation européenne, chargea un ingénieur, M. Abro, d'établir une ligne télégraphique du Caire à Alexandrie. On fit venir de France les modèles, les lunettes d'approche et tous les instruments nécessaires. M. Abro, accompagné de M. Coste, un des ingénieurs du pacha, fit la reconnaissance des lieux, et présida à la construction des tours. La ligne télégraphique créée par Méhémet-Ali fonctionne très bien en Égypte ; on reçoit en quarante minutes à Alexandrie les nouvelles du Caire, au moyen de dix-neuf stations.

La télégraphie rencontra plus de difficulté en Russie ; ce n'est guère qu'en 1834 qu'elle put s'y établir d'une manière définitive. Cependant l'utilité d'un tel agent de correspondance se faisait sentir en Russie plus que dans toute autre partie de l'Europe. L'immense étendue de cet empire est un obstacle continuel à la transmission des ordres envoyés de la capitale ; il

faut des mois entiers pour les faire parvenir et pour être informé de leur exécution. La distance qui sépare les divers peuples soumis à l'autorité du czar est si considérable, qu'ils ne peuvent former entre eux de relations suivies, et qu'ils sont pour la plupart comme étrangers les uns aux autres. Toutes ces circonstances devaient donner à l'établissement de la télégraphie chez les Russes un prix inestimable. Aussi l'empereur attachait-il la plus haute importance à cette question. Malheureusement les résultats répondirent mal à son impatience et à ses désirs. Un grand nombre de personnes avaient essayé, à Saint-Pétersbourg, de construire des télégraphes, mais leurs tentatives avaient été si mal combinées, qu'il en reste à peine des traces. Nous ne connaissons de ces essais infructueux que l'esquisse de machine télégraphique qui fut proposée au czar par l'abbé Haüy, connu par sa méthode d'éducation des aveugles. Dans une brochure publiée en 1805, Haüy annonce qu'il vient d'appliquer heureusement sa méthode à la composition d'un système et d'une machine télégraphiques dont il a accommodé le service « tout exprès pour l'usage de l'empire de Russie. » Il est difficile de comprendre comment une méthode imaginée pour les aveugles peut servir à lire des signaux. Cette idée n'eut aucune suite.

Les journaux annoncèrent en 1808 qu'un M. Volque allait enrichir Saint-Pétersbourg d'un télégraphe aérien. Cet appareil devait mal remplir les vues du gouvernement, puisque son auteur crut devoir l'année suivante le transporter à Copenhague. Cependant, en 1809, le consul de Danemarck fit au gouvernement français la demande d'un télégraphe, ce qui ne plaide pas en faveur de l'appareil de M. Volque.

Tous les essais entrepris en Russie pour la création d'une ligne télégraphique avaient donc échoué, et depuis vingt ans une commission officielle, instituée en vue de cette question, n'avait encore rien produit, lorsqu'en 1831, un ancien employé

de la télégraphie française vint proposer au czar de doter son empire du moyen de correspondance depuis si longtemps cherché. C'était M. Chatau, qui, au moment de la révolution de juillet, avait été destitué avec Abraham Chappe. Le système qu'il imagina est une modification du télégraphe de Chappe, qui a pour principal avantage de diminuer le nombre des signaux. M. Chatau a établi en Russie deux lignes de télégraphie aérienne, l'une de huit postes entre Saint-Pétersbourg et Cronstadt, et une seconde de cent quarante-huit postes entre Saint-Pétersbourg et Varsovie. La première a été ouverte à la fin de février 1834, la seconde en mars 1838.

La ligne télégraphique de Varsovie est la plus étendue de l'Europe ; elle a 300 lieues de longueur. Son organisation est entièrement militaire. Chacun des postes renferme une chambre à coucher, une cuisine, deux remises, une cave, une vaste cour, un jardin et un puits. Quatre employés sont attachés au service de chacune des stations. Cette ligne donne d'excellents résultats; M. de Barante et le général Lamoricière ont rendu témoignage des parfaites conditions du service organisé par M. Chatau.

CHAPITRE IV.

Principes du télégraphe aérien. — Mécanisme des signaux. — Vocabulaire. — Inconvénients de la télégraphie aérienne. — Télégraphie de nuit.

« Le télégraphe de Chappe, dit M. Jules Guyot, homme fort compétent en cette matière, est le plus parfait de tous ceux qui ont été inventés soit avant, soit après son établissement. Non-seulement il est plus parfait, mais il dépasse en-

core d'une perfection infinie tous ceux qu'on a essayé d'établir ou qu'on a établis après lui tant en France qu'en Europe (1). »

Essayons de faire comprendre le mécanisme du télégraphe de Chappe et les principes sur lesquels repose son vocabulaire. Il est d'autant plus utile d'entrer à cet égard dans quelques détails, que la télégraphie aérienne est encore aujourd'hui un art fort peu connu. On s'imagine en effet qu'elle constitue un des secrets de l'État ; c'est une erreur : les principes de la télégraphie n'ont rien de mystérieux ; le gouvernement ne réclame que le secret de ses dépêches, qui n'est en rien compromis par la publicité donnée aux règles de cet art.

Le télégraphe proprement dit, ou la partie de la machine qui forme les signaux, se compose de trois branches mobiles : une branche principale de quatre mètres de long, appelée *régulateur*, et deux petites branches longues d'un mètre appelées *indicateurs* ou *ailes*. Le régulateur est fixé par son milieu à un mât qui s'élève au-dessus du toit de la maisonnette où se trouve placé le stationnaire. Ces branches mobiles sont disposées en forme de persienne, c'est-à-dire composées d'un cadre étroit, dont l'intervalle est rempli par des lames minces, inclinées les unes au-dessus des autres. Cette disposition a l'avantage de donner aux pièces une grande légèreté ; elle leur permet aussi de résister aux vents et de combattre les mauvais effets de la lumière. Les branches mobiles sont peintes en noir, afin qu'elles se détachent avec plus de vigueur sur le fond du ciel. L'assemblage de ces trois pièces forme un système unique, élevé dans l'espace et soutenu par un seul point d'appui, l'extrémité du mât, autour duquel il peut librement tourner. Les pièces du télégraphe se meuvent à l'aide de cordes de laiton. Ces cordes communiquent, dans la maisonnette, avec un autre

(1) *De la télégraphie de jour et de nuit*, par le docteur Jules Guyot, p. 31.

télégraphe, qui est la reproduction en petit du télégraphe extérieur. C'est ce second appareil que l'employé manœuvre ; le télégraphe placé au-dessus du toit ne fait que répéter les mouvements imprimés directement à la machine intérieure.

Le régulateur est susceptible de prendre quatre positions : verticale — horizontale — oblique de droite à gauche — oblique de gauche à droite. Les ailes peuvent former avec lui des angles droits, aigus ou obtus; ces signaux sont clairs, faciles à apercevoir, faciles à écrire, il est impossible de les confondre.

Voici maintenant les conventions et les principes qui règlent la formation des signaux. Les frères Chappe ont décidé qu'aucun signal ne serait formé sur le régulateur placé dans la situation horizontale ni perpendiculaire; les signaux ne sont valables que quand ils sont formés sur le régulateur placé obliquement. Ils ont encore décidé qu'aucun signal n'aurait de valeur, et ne devrait par conséquent être écrit et répété, que lorsque, étant formé sur l'une des deux obliques, il serait transporté tout formé soit à l'horizontale, soit à la verticale. Ainsi le guetteur qui voit former le signal le remarque pour se préparer à le répéter, mais il ne l'écrit point; aussitôt qu'il le voit porter à l'horizontale ou à la verticale, il est certain que le signal est bon, alors il le répète et le note. On appelle cette manœuvre, *assurer* un signal. Cette manière d'opérer a pour but de bien marquer au stationnaire quel est, au milieu de tous les mouvements successifs des pièces du télégraphe, le signal définitif auquel il doit s'arrêter pour le reproduire.

Les diverses positions que peuvent prendre le régulateur et les ailes donnent 49 signaux différents; mais chaque signal peut prendre une valeur double, selon qu'il est transporté à l'horizontale ou à la verticale : ainsi 49 signaux peuvent recevoir 98 significations, en partant de l'oblique de droite, pour être affichés horizontalement ou verticalement; de même pour

l'oblique de gauche : ce qui donne en tout 196 signaux. Les frères Chappe ont arrêté que la moitié de ces 196 signaux serait consacrée au service des dépêches, et l'autre moitié à la police de la ligne, c'est-à-dire aux avis et indications à donner aux stationnaires. Les 98 signaux formés sur l'oblique de droite servent à la composition des dépêches, les 98 signaux formés sur l'oblique de gauche sont destinés au règlement de la ligne.

Maintenant, comment ces différents signaux peuvent-ils transmettre l'expression de la pensée? C'est ici que le génie de l'inventeur va se montrer avec toute la simplicité qui le distingue. Les frères Chappe ont consacré 92 des signaux de l'oblique de droite à représenter la série de 92 nombres, depuis 1 jusqu'à 92; ensuite ils ont composé un vocabulaire de 92 pages, dont chaque page contient 92 mots. Il est convenu que le premier signal donné par le télégraphe indiquera la page du vocabulaire, et que le second signal indiquera le numéro porté dans cette page répondant au mot de la dépêche. On peut ainsi, par deux signaux, exprimer 8464 mots. C'est là le *vocabulaire des mots.*

Cependant 8464 mots seraient insuffisants pour traduire toutes les pensées et pour répondre aux cas imprévus; d'un autre côté, il est des idées qui doivent revenir fréquemment dans le cours de la correspondance : on a donc composé un second vocabulaire que l'on nomme *vocabulaire des phrases.* Il est formé, comme le précédent, de 92 pages, contenant chacune 92 phrases ou membres de phrases, ce qui donne 8464 idées. Ces phrases s'appliquent particulièrement à la marine et à l'armée. Il est bien entendu que pour se servir de ce vocabulaire, le télégraphe doit donner trois signaux : le premier pour indiquer qu'il s'agit du vocabulaire phrasique; le second, pour indiquer la page du vocabulaire, et le troisième, pour le numéro de cette page.

On a créé enfin, sur les mêmes principes, un autre vocabulaire, nommé *géographique*, qui porte la désignation des lieux.

Depuis 1830, on a refondu en un seul les trois vocabulaires de Chappe, que l'on a d'ailleurs fort étendus. Les phrases et les mots sont disposés dans un ordre plus simple qui facilite considérablement la composition et la traduction des dépêches. Il est inutile de dire que, pour dérouter les observations indiscrètes, l'administration a soin de changer fréquemment la clef du vocabulaire.

Quant aux signaux destinés simplement à la police de la ligne, on comprend que l'emploi de tout vocabulaire serait superflu. Les 192 signaux formés sur l'oblique de gauche, qui ont cette destination, sont connus de tous les employés. Ils expriment les avis que transmet l'administration, l'urgence, le but, la destination de la dépêche, les congés d'une heure, d'une demi-heure, l'erreur commise sur un signal, l'absence d'un employé; en un mot, tous les cas qui peuvent être prévus, depuis l'absence ou le retard d'un stationnaire, jusqu'à la destruction d'un télégraphe par le vent ou la foudre. Ces sortes d'avis parcourent la ligne avec la rapidité de l'éclair, et l'administration est instruite en un clin d'œil de la nature de l'obstacle qu'a rencontré la dépêche et du lieu précis où elle s'est arrêtée.

La France est couverte aujourd'hui d'un vaste réseau de télégraphes aériens, dont l'artère principale, partant de Paris, traverse Dijon et descend jusqu'à Lyon et Avignon, puis, prenant à l'ouest, passe par Montpellier et Toulouse, remonte vers le nord-ouest pour gagner Bordeaux, et de là revient à Paris par Poitiers et Tours. Grâce à cette continuité non interrompue, les dépêches d'un point quelconque de la ligne peuvent atteindre Paris par deux routes différentes, disposition qui peut devenir d'une grande utilité lorsque, par suite d'obstacles ou

d'accidents imprévus, la communication se trouve arrêtée sur l'un des points du trajet.

La vitesse de transmission des dépêches varie suivant la distance. On reçoit à Paris les nouvelles de Calais (68 lieues) en trois minutes par trente-trois télégraphes; celles de Lille (60 lieues) en deux minutes, par vingt-deux télégraphes; celles de Strasbourg (120 lieues) en six minutes et demie, par quarante-quatre télégraphes; celles de Brest (150 lieues) en huit minutes, par cinquante-quatre télégraphes; celles de Toulon (267 lieues) en vingt minutes, par cent télégraphes.

Cinquante ans d'expérience ont suffisamment montré toute l'étendue des services que l'on retire de la télégraphie aérienne; cependant cette télégraphie a ses imperfections, et nous devons les signaler. Les signaux se transmetteut à travers l'atmosphère; par conséquent ils sont soumis à tous les accidents, à toutes les vicissitudes atmosphériques. Les brouillards, les pluies abondantes, la fumée, le mirage, les brumes du matin et du soir, paralysent le jeu du télégraphe aérien. Claude Chappe avait constaté que, de son temps, le télégraphe ne pouvait parfaitement fonctionner que 2190 heures durant l'année, c'est-à-dire six heures par jour, terme moyen. Aussi affirmait-il que sur douze dépêches envoyées par les ministres et les autorités à l'administration télégraphique ou aux directeurs du télégraphe en province, six restaient dans les cartons ou étaient envoyées par la poste, trois ne parvenaient à leur destination que six, douze ou vingt-quatre heures après avoir été remises, et trois seulement arrivaient aussi promptement que possible. Cependant, par suite des perfectionnements apportés dans le service depuis cette époque, ces observations de Chappe ont beaucoup perdu de leur vérité, et la pratique démontre que le télégraphe aérien suffit, dans la généralité des cas, à tous les besoins de l'administration.

Le vice fondamental de la télégraphie aérienne ne réside donc pas précisément dans le trouble accidentel que les variations de l'atmosphère apportent au passage des signaux; ce système de télégraphie présente un inconvénient plus sérieux, et que, depuis trente ans, on essaie inutilement de combattre. On devine qu'il s'agit de l'absence des signaux pendant la nuit. Le repos forcé du télégraphe pendant toutes les nuits laisse dans le service une lacune funeste, puisqu'il diminue de moitié le temps de la correspondance. Pendant seize heures sur vingt-quatre en hiver, le télégraphe aérien est condamné à l'immobilité. En mai et septembre, il ne peut fonctionner que douze heures, et durant les jours les plus longs de l'été, il doit encore se reposer huit heures. Aussi toutes les dépêches que l'on apporte au ministère après le coucher du soleil sont-elles forcément renvoyées au lendemain. Alors, le salut d'une armée dût-il en dépendre, l'État fût-il en péril, la révolte eût-elle arboré son étendard triomphant dans nos rues ensanglantées, nulle puissance humaine ne pourrait arracher le télégraphe à son fatal repos. Aux premières ombres du soir, il a replié ses ailes; comme un serviteur paresseux, il dort jusqu'au lever de la prochaine aurore. Et cependant de quelle importance n'aurait pas été, en tant d'occasions de notre histoire, l'existence d'une bonne télégraphie nocturne! L'émeute ou la bataille sont suspendues aux approches de la nuit; dans ces heures de silence et de trêve, l'autorité publique a le temps d'organiser ses mesures. Les masses dorment, les chefs doivent veiller; par leurs soins, sous l'ombre protectrice de la nuit, les ordres s'élancent dans toutes les directions avec la rapidité de la pensée, et le lendemain, quand le soleil monte sur l'horizon, la défense est prête ou l'attaque concertée.

Les données fournies par la science montrent sous un autre aspect les avantages de la télégraphie nocturne. La météorologie nous apprend que les nuits limpides sont plus fréquentes que

les jours sereins. Presque tous les phénomènes atmosphériques qui, dans le jour, contrarient la transmission des signaux, perdent leur influence pendant la nuit. Jusqu'au lever du soleil, les fleuves, les bois, les marais, cessent de fournir des vapeurs. Le mirage est nul, les brouillards tombent avec le crépuscule. La nuit abaisse les vapeurs que le soleil avait élevées ; la nuit, les villes, les villages, les usines, ne répandent plus de fumée. Le refroidissement du soir précipite, il est vrai, l'eau répandue en vapeur dans l'atmosphère, et la résout en un brouillard léger ; mais ce phénomène ne se passe qu'à quelques pieds du sol, et n'atteint jamais la hauteur des régions télégraphiques. Il faut remarquer de plus que presque toujours des nuits sereines succèdent à des jours pluvieux, et réciproquement. En supposant donc la télégraphie nocturne établie conjointement avec la télégraphie de jour, il serait difficile que l'intervalle de vingt-quatre heures s'écoulât sans laisser quelques moments favorables au passage des signaux.

Ces considérations ont été si bien appréciées par toutes les personnes qui ont mis la main à l'administration des télégraphes, que depuis trente ans on a fait de continuels efforts pour arriver à créer la télégraphie nocturne. Les frères Chappe n'avaient jamais perdu de vue cet objet capital. Il résulte des recherches assidues auxquelles ils se livrèrent, que le problème de la télégraphie nocturne ne peut se résoudre que par ce moyen : éclairer pendant la nuit les branches du télégraphe ordinaire. Malheureusement les essais pour cet éclairage ont presque tous échoué, et il est aisé de le comprendre, car les conditions à remplir sont aussi nombreuses que difficiles. Il faut que le combustible employé donne une lumière assez intense pour que la distance des postes télégraphiques ne lui fasse rien perdre de son éclat (cette distance est en moyenne de trois lieues) ; il faut que, sans entretien et sans réparation, cet éclat reste invariable pendant toute la durée des nuits ; il

fant que la flamme résiste à l'impétuosité des vents et des courants atmosphériques qui balaient les hauteurs; il faut enfin qu'elle suive sans vaciller les branches du télégraphe mises en mouvement par les manœuvres.

La plupart des combustibles essayés ont présenté chacun des inconvénients particuliers. Les graisses, les résines, la bougie, donnent peu de lumière et une fumée abondante qui masque et offusque les branches du télégraphe. Le gaz employé pour l'éclairage de nos rues donnerait une lumière d'une intensité convenable, mais il serait impossible de le distribuer à tous les postes télégraphiques. Selon M. Jules Guyot, l'huile ne soutient pas la flamme : dans les mouvements de l'appareil, la lumière vacille et disparaît par intervalles. Le gaz détonant, c'est-à-dire le mélange explosif des gaz hydrogène et oxygène, fut essayé à l'époque où Napoléon armait le camp de Boulogne et préparait sa descente en Angleterre. Les expériences faites sur la côte de la Manche eurent les plus beaux résultats : le volume de lumière était énorme; au milieu de l'obscurité des nuits, le télégraphe brillait comme une étoile détachée des cieux; mais le maniement de ce mélange explosif pouvait causer des accidents terribles : on renonça à en faire usage.

Plus récemment, M. le docteur Jules Guyot a montré que l'*hydrogène liquide*, combustible nouveau qu'il a découvert, brûlé dans des lampes de son invention, suffirait à toutes les exigences de la télégraphie nocturne. On a trouvé cependant que la pose de ces lampes serait peut-être, par les mauvais temps, très difficile ou même impossible, et par suite de ce fâcheux système qui consiste à exiger qu'une découverte atteigne du premier coup à la perfection, le projet de M. Guyot, qui aurait pu offrir à l'État des ressources utiles, a été abandonné. Le problème de la télégraphie nocturne est loin cependant d'être insoluble. Il est résolu en Russie depuis plus de dix ans, puisque la ligne télégraphique de Varsovie à Cronstadt

établie par M. Chatau fonctionne de nuit aussi bien que de jour (1).

Toutefois, il faut le dire, les essais de télégraphie nocturne auraient été poursuivis avec plus de persévérance par les inventeurs, accueillis avec plus de faveur par le gouvernement et les chambres, si des conditions capitales et toutes nouvelles n'étaient venues apporter dans la question un élément d'une irrésistible influence. Pendant que la télégraphie aérienne cherchait péniblement à accomplir de nouveaux progrès, la télégraphie électrique avançait à pas de géant dans la carrière. Longtemps délaissée, elle grandissait tous les jours en puissance, et un jour vint où il fallut sérieusement compter avec cette rivale à moitié vaincue et presque oubliée.

(1) Dans sa petite brochure publiée en 1842, sous le titre de *Télégraphe de jour et de nuit*, M. Chatau donne les détails suivants sur la disposition qu'il a adoptée en Russie pour éclairer le télégraphe pendant la nuit :

« Mes lanternes et mes feux ne laissent rien à désirer. L'huile est le seul combustible employé. Les réservoirs sont à l'abri des froids les plus intenses. Les lampes sont à niveau constant, à mèche plate. Le foyer lumineux ne craint ni la pluie, ni le vent le plus violent, ni les mouvements les plus rapides du télégraphe. Ce foyer se maintient à un degré d'éclat suffisant durant vingt heures, sans demander aucun soin, pourvu qu'on emploie de l'huile bien épurée et de bonnes mèches. Bien que la largeur des mèches ne soit que de 12 millimètres, tous les signaux sont distingués à la distance de 30 kilomètres ; ainsi on obtient une très bonne transmission à 12 kilomètres, la plus grande distance qui doive exister sur une ligne télégraphique.

» Si une lanterne s'éteint, le stationnaire le sait à l'instant, et cette lanterne est bientôt rallumée ; mais un pareil accident est extrêmement rare avec mon télégraphe, et je doute qu'il arrive trois fois par an sur une ligne de cent cinquante postes. Les lanternes portent un signe qui indique le côté de Varsovie ; chacune d'elles a, excepté aux postes extrêmes, deux réverbères, deux réservoirs et deux foyers... Si un verre se casse (ce qui arrive très rarement), il faut quinze secondes pour enlever la porte dont le verre est cassé, et quinze secondes pour mettre une nouvelle porte qui est toujours prête ; mais les verres sont à l'abri de tout accident, une fois que mes lanternes sont posées au télégraphe. Quelle que soit la rapidité des mouvements du télégraphe, aucune lanterne ne peut s'ouvrir, ni se détacher, ni donner contre un poteau. »

CHAPITRE V.

Découverte de l'électro-magnétisme. — Son application au jeu des télégraphes. — Télégraphes de Schilling et d'Alexander. — Découverte de l'aimantation temporaire du fer. — Télégraphe de M. Morse. — La télégraphie électrique aux États-Unis.

Tous les essais entrepris avant les premières années de notre siècle pour appliquer l'électricité au jeu des télégraphes ne s'écartaient guère des conditions d'une belle utopie philosophique. L'électricité statique est un agent si capricieux, si difficile à manier, que l'on ne pouvait en espérer aucun avantage pour un service régulier et continu. La découverte de la pile de Volta vint changer subitement la face de cette question. On sait que la pile électrique, découverte par Volta en 1800, fournit une source constante d'électricité, électricité sans tension, c'est-à-dire qui n'a aucune tendance à abandonner ses conducteurs. La pile voltaïque offrit donc un moyen de faire agir ce fluide à travers un espace fort étendu sans déperdition pendant le trajet.

Mais pour appliquer l'électricité fournie par la pile de Volta à la transmission des signaux, il fallait trouver un moyen de rendre sensible à distance la présence du fluide, en provoquant, à l'une des stations, une action mécanique, un mouvement quelconque. Parmi les phénomènes auxquels la pile de Volta donne naissance, celui qui attirait le plus l'attention, au début de cette grande découverte, c'était la décomposition de l'eau. Tel est le fait qui fut choisi comme moyen indicateur de la présence de l'électricité dans le circuit. Le télégraphe électrique que le physicien Sœmmerring fit connaître en 1811, dans une

séance d'Académie de Munich, était fondé sur la décomposition électro-chimique de l'eau. Cet appareil, fort remarquable pour l'époque, offrait les dispositions suivantes. A l'une des stations était établie une pile à colonnes qui constituait la source d'électricité. Cette pile servait à former trente-cinq circuits voltaïques, composés chacun d'un double fil, l'un pour l'aller, l'autre pour le retour du fluide. Sur tout le parcours, ces fils étaient isolés par une enveloppe de soie, et le faisceau résultant de leur ensemble était recouvert d'un vernis isolateur; tous ces fils pouvaient, de cette manière, être parcourus par le fluide sans s'influencer ni se troubler mutuellement. A l'autre station, ces trente-cinq circuits venaient se rendre chacun dans un petit vase plein d'eau distillée : ces différents vases étaient destinés à représenter les vingt-cinq lettres de l'alphabet allemand et les dix chiffres de la numération. Lorsque, à la station où se trouvait la pile, on faisait passer l'électricité dans l'un des circuits, l'eau se décomposait instantanément dans le vase correspondant placé à la station extrême, et l'on pouvait ainsi désigner à volonté et à travers toute distance les différentes lettres de l'alphabet.

Le projet de Sœmmerring eût présenté dans la pratique des difficultés considérables; cependant l'ingénieux physicien qui en avait conçu l'idée avait parfaitement saisi, dès cette époque, les avantages de la télégraphie électrique. Sœmmerring fait remarquer, dans son mémoire, que ce nouveau moyen de correspondance fonctionne de nuit aussi bien que de jour, et que les brouillards ni les nuages ne peuvent retarder son action. Il ajoute que le télégraphe électrique présente sur le télégraphe aérien une supériorité immense, puisqu'il permet d'exprimer les signaux avec une rapidité incalculable, qu'il fonctionne sans que rien décèle au dehors le passage des signaux, qu'il n'exige la construction d'aucun édifice particulier, qu'il peut aboutir en tel lieu que l'on veut choisir, enfin, qu'il rend superflu le

langage compliqué et le vocabulaire secret de la télégraphie aérienne. Bien qu'il n'eût point déterminé la vitesse de transmission de l'électricité, Sœmmerring avait reconnu qu'une différence de deux mille pieds dans la longueur du conducteur n'apportait aucun retard appréciable à la décomposition de l'eau ; il concluait de ce fait que l'action de son télégraphe pourrait s'étendre à une distance quelconque sans exiger de stations intermédiaires.

En énumérant les avantages du curieux instrument qu'il avait imaginé, le physicien de Munich montrait qu'il comprenait tout l'avenir de la télégraphie électrique. Seulement, l'appareil qu'il proposait offrait trop d'imperfection pour être adopté dans la pratique. Le fait de la décomposition de l'eau qu'il avait choisi comme l'indice de la présence du fluide, était insuffisant pour remplir un tel objet. Pour satisfaire aux conditions du problème de la télégraphie électrique, il fallait substituer au phénomène faible et obscur d'une action chimique un effet mécanique d'une certaine intensité.

Un intervalle assez long s'écoula avant que la science pût fournir les moyens de satisfaire à cette condition indispensable. Cependant ce dernier pas fut heureusement franchi par la découverte de l'électro-magnétisme. Œrstedt observa en 1820 le fait fondamental qui sert de base à l'électro-magnétisme. Ce physicien reconnut qu'un courant voltaïque circulant autour d'une aiguille aimantée, agit à distance sur cette aiguille, et la détourne de sa position naturelle. Si l'on fait circuler autour d'une aiguille aimantée un courant voltaïque, on voit aussitôt l'aiguille dévier brusquement, osciller pendant quelques instants, et abandonner sa direction vers le nord. La possibilité d'appliquer ce fait remarquable à l'art télégraphique fut bien vite saisie par les physiciens. Voici, par exemple, ce qu'écrivait Ampère le 2 octobre 1820, très peu de temps après la découverte d'Œrstedt :

« D'après le succès de cette expérience, on pourrait, au moyen d'autant de fils conducteurs et d'aiguilles aimantées qu'il y a de lettres, et en plaçant chaque lettre sur une aiguille différente, établir, à l'aide d'une pile placée loin de ces aiguilles, et qu'on ferait communiquer alternativement par ses deux extrémités à celles de chaque fil conducteur, une sorte de télégraphe propre à écrire tous les détails qu'on pourrait transmettre, à travers quelques obstacles que ce soit, à la personne chargée d'observer les lettres placées sur les aiguilles. En établissant sur la pile un clavier dont les touches porteraient les mêmes lettres, et établiraient la communication par leur abaissement, ce moyen de correspondance pourrait avoir lieu avec assez de facilité, et n'exigerait que le temps nécessaire pour toucher d'un côté et lire de l'autre chaque lettre (1). »

Cependant les courants voltaïques produisent sur l'aiguille aimantée un si faible effet mécanique, qu'il fut à peu près impossible d'appliquer ce phénomène à l'usage de la télégraphie tant que l'on ne posséda pas le moyen d'augmenter l'intensité de cet effet. Tel est précisément le résultat qui fut obtenu par la découverte du *multiplicateur* ou *galvanomètre*. Le physicien Schweigger reconnut qu'un courant voltaïque circulaire agit par toutes ses parties pour diriger dans le même sens une aiguille aimantée qu'il enveloppe de toutes parts, de telle sorte que si l'on enroule sur lui-même le fil conducteur d'une pile, en l'isolant sur toute son étendue par une enveloppe de soie, et que l'on place l'aiguille aimantée au milieu de cet assemblage, on peut produire, avec cent tours par exemple, un effet cent fois plus grand qu'avec un fil d'un seul tour. Le galvanomètre de Schweigger permit donc d'augmenter l'intensité de l'action magnétique d'un courant de manière à le rendre applicable aux usages de la télégraphie.

L'action d'un courant voltaïque s'exerçant, grâce à l'emploi du multiplicateur, sur une aiguille aimantée, ne tarda pas à être

(1) *Annales de chimie et de physique*, t. XV, p. 72.

mise à profit pour la construction d'un télégraphe électrique. Le télégraphe de Schilling et celui d'Alexander, d'Édimbourg, étaient fondés sur ce principe.

En 1833, le baron Schilling, amateur distingué des sciences, fit à Saint-Pétersbourg plusieurs essais curieux avec un appareil magnéto-électrique. Cet appareil se composait de cinq fils de platine, isolés au moyen de la gomme laque, et contenus dans une corde de soie : ces fils unissaient les deux stations. A la station extrême, se trouvaient cinq aiguilles aimantées placées chacune au milieu d'un multiplicateur. A la station du départ était une espèce de clavier dont chaque touche, en rapport avec l'un des fils, servait à y diriger le courant, et à mettre ainsi en action l'aiguille magnétique correspondante située à la station extrême. Les dix mouvements formés par les cinq aiguilles magnétiques servaient à désigner les dix chiffres de la numération, lesquels, à l'aide d'un dictionnaire spécial, représentaient les divers signaux télégraphiques.

Schilling fit avec ce télégraphe plusieurs expériences sous les yeux de l'empereur de Russie; mais la mort de ce savant, survenue quelque temps après, empêcha de continuer les essais sur une échelle plus étendue.

Le télégraphe d'Alexander, d'Édimbourg, qui ne fut exécuté d'une manière définitive qu'en 1837, se composait de trente fils de cuivre venant circuler, à la station extrême, autour de trente aiguilles magnétiques. Quand on frappait, à la station du départ, l'une des touches d'un clavier semblable à celui d'un piano, le courant s'établissait dans le fil touché, l'aiguille correspondante était déviée aussitôt, et son mouvement déplaçait un écran qui découvrait la lettre que l'on voulait désigner. On pouvait ainsi montrer à distance, à une personne placée au-devant de l'appareil, les différentes lettres qui composaient les mots d'une dépêche.

Tout le monde voit cependant que ces deux appareils pré-

sentaient un vice capital : c'était la nécessité d'employer un grand nombre de fils métalliques pour faire apparaître les lettres de l'alphabet. On ne pouvait songer à introduire dans la pratique une combinaison si compliquée. Ainsi, le problème n'était pas encore entièrement résolu, et pour atteindre son point de perfection, la télégraphie électrique réclamait de nouvelles découvertes dans les propriétés de l'agent électrique : ces découvertes ne se firent pas attendre.

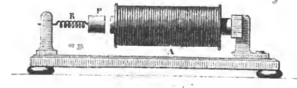
En 1820, Arago, répétant l'expérience d'Œrstedt, découvrit ce fait fondamental, bientôt étudié dans tous ses détails par Ampère, que l'électricité circulant autour d'une lame de fer doux, c'est-à-dire de fer parfaitement pur, communique à ce métal les propriétés de l'aimant. Arago reconnut que le fil conducteur d'une pile attire, quand l'électricité le parcourt, la limaille de fer, et peut transformer en aimants des aiguilles d'acier ou de petites barres de fer doux. D'après cela, si l'on enroule autour d'une lame de fer doux un long fil de cuivre, recouvert sur toute son étendue d'une enveloppe de soie, substance non conductrice de l'électricité, afin d'isoler les différentes parties du conducteur et d'empêcher l'électricité de passer de l'une des spires à l'autre, — et que dans ce fil on fasse passer un courant électrique, en mettant ces deux extrémités en communication avec une pile en activité, — aussitôt la lame de fer doux qui n'a, comme on le sait, aucune des propriétés de l'aimant, acquiert ces propriétés d'une manière instantanée, elle devient un aimant artificiel, et peut, comme l'aimant naturel, attirer un morceau de fer placé à une certaine distance. Si l'on suspend le passage de l'électricité dans le fil entourant le fer doux, c'est-à-dire si l'on interrompt sa communication avec la pile, le fer doux perd aussitôt son aimantation, il revient à son état naturel, et le morceau de fer, un moment attiré, retombe aussitôt. Tel est l'important phénomène que l'on désigne en physique sous le nom d'*aimanta-*

tion temporaire. Ce qu'il y a de très remarquable dans ce fait, c'est la prodigieuse rapidité avec laquelle le fer peut successivement recevoir et perdre l'aimantation. Aucun intervalle appréciable ne peut être saisi entre le moment où l'électricité s'introduit dans le conducteur et celui où commence l'aimantation du fer : la communication n'est pas plutôt établie entre le fil conducteur et la pile, que l'on voit se manifester l'attraction magnétique ; dès que la communication est suspendue, le fer revient à son premier état ; de telle sorte que, dans une seconde par exemple, on peut produire plusieurs fois, dans le fer, ces alternatives d'aimantation et d'état naturel.

Tous les appareils de télégraphie électrique qui fonctionnent aujourd'hui sont fondés sur ce grand fait de l'aimantation temporaire du fer par les courants électriques. Le lecteur va comprendre comment on peut se servir de ce phénomène pour produire, à travers toutes les distances, un effet mécanique, et résoudre ainsi le problème général de la télégraphie électrique.

Supposons qu'il s'agisse d'établir une communication électrique entre Paris et Rouen. Plaçons à Paris une pile voltaïque en activité, étendons jusqu'à Rouen le fil conducteur de la pile ; enroulons, à Rouen, l'extrémité de ce fil conducteur autour d'une lame de fer doux et ramenons le conducteur à la pile voltaïque située à Paris. Le fluide électrique, circulant autour de la lame de fer, l'aimantera, et si l'on place au-devant de cette lame, ainsi artificiellement aimantée, un disque de fer mobile, aussitôt ce disque sera attiré et viendra se coller contre l'aimant. Maintenant, que l'on interrompe le courant électrique, en supprimant la communication du fil conducteur avec la pile, aussitôt la lame de fer doux revient à son état habituel, elle cesse d'être aimantée, elle n'attire plus le disque de fer. Or, si pour se porter vers l'aimant, la pièce de fer a eu à vaincre la résistance d'un petit ressort, comme on le voit dans la figure suivante, dès que le courant sera interrompu, le res-

sort R ramènera la pièce de fer mobile F à sa position primitive, car la puissance de l'électro-aimant A ne contre-balancera plus la tension du ressort. Ainsi, chaque fois que l'on établira et que l'on interrompra le courant, la pièce de fer sera portée en



avant, puis repoussée en arrière; par la seule action de la pile, on pourra exercer de Paris à Rouen une action mécanique qui donnera naissance à un mouvement de va-et-vient.

L'aimantation temporaire du fer par un courant électrique donne donc le moyen d'exercer, à travers l'espace, un mouvement d'attraction et de répulsion; la pile de Volta permet, à toute distance, de mettre un levier en mouvement. Tel est le principe fondamental de la télégraphie électrique. En effet, ce mouvement de va-et-vient une fois produit, la mécanique fournit vingt moyens différents d'en tirer parti pour l'appliquer au jeu des télégraphes.

Rien de plus varié que les procédés que l'on a mis en œuvre pour utiliser cette action mécanique; les nombreuses combinaisons imaginées pour l'application de l'électricité à l'art des signaux ont donné naissance à autant de télégraphes particuliers qui, bien qu'identiques dans leur principe, diffèrent cependant beaucoup entre eux par les détails de leur mécanisme. Nous n'entreprendrons pas de décrire en particulier chacun de ces instruments. Les personnes que cette question intéresse trouveront la description des divers appareils de ce genre dans l'excellent ouvrage publié sur cette matière par M. Moigno (1).

(1) *Traité de télégraphie électrique* par M. Moigno, 1852, 1 vol. in-8, 2e édition.

Il nous suffira d'exposer, selon l'ordre historique, la constitution des systèmes de télégraphie électrique établis successivement aux États-Unis, en Angleterre, en Allemagne et en France.

Le télégraphe électrique qui fonctionne aujourd'hui aux États-Unis a été imaginé et construit par M. Samuel Morse, professeur à l'université de New-York. M. Morse a été longtemps regardé comme le premier inventeur du télégraphe électrique; cette gloire lui est cependant disputée aujourd'hui par de nombreux rivaux. On nous permettra de ne pas toucher ici à cette question de priorité débattue avec passion de part et d'autre. Il est bon, il est juste de rapporter à leur véritable auteur la gloire de ces découvertes immortelles qui changeront un jour les destinées de l'humanité; mais quand une question de ce genre est obscure, complexe, hérissée de difficultés de tout genre, il est permis d'en suspendre l'examen. M. Wheatstone disait, en 1838, qu'il avait recueilli pour sa part les noms de soixante-deux prétendants à la découverte du télégraphe électrique. Jusqu'à plus ample informé, nous nous en tiendrons aux allégations de M. Morse, lui laissant toutefois la responsabilité de ses assertions.

M. Morse, qui prétend à l'honneur d'avoir le premier conçu l'idée de la télégraphie électrique telle qu'elle est établie aujourd'hui, assure qu'il imagina son télégraphe le 19 octobre 1832. Il revenait de France aux États-Unis, à bord du paquebot *le Sully*. Dans une conversation avec les passagers, on parla d'une expérience de Franklin, qui avait vu l'électricité franchir, dans un instant inappréciable, la distance de deux lieues. Il lui vint aussitôt en pensée que si la présence du fluide pouvait être rendue visible dans une partie du circuit voltaïque, il ne serait pas difficile de construire un système de signaux par lesquels une dépêche serait transmise instantanément. Pendant les loisirs de la traversée, cette idée grandit

dans son esprit; elle devint fréquemment l'objet des conversations du bord. On opposait à M. Morse difficultés sur difficultés, il les surmontait toutes. Au terme du voyage, le problème pratique était résolu dans sa pensée. En quittant le paquebot, il s'approcha du capitaine William Pell, et lui prenant la main :

— Capitaine, dit-il, quand mon télégraphe sera devenu la merveille du monde, souvenez-vous que la découverte en a été faite à bord du *Sully*.

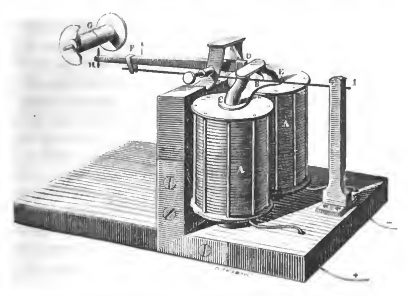
Une semaine après son retour, M. Morse s'occupa de soumettre à l'expérience son nouveau système de télégraphie. Cependant, en raison de difficultés aisées à concevoir, ce ne fut que cinq ans après qu'il put faire fonctionner ses appareils. Les premières expériences publiques qu'il exécuta, à l'invitation du Congrès des États-Unis, eurent lieu le 2 septembre 1837, sur une distance de quatre lieues, en présence d'une commission de l'Institut de Philadelphie et d'un comité pris dans le sein du Congrès. Sur les rapports favorables de ces deux commissions, le Congrès, par un acte passé le 3 mars 1843, accorda à M. Morse une somme de 30,000 dollars (150,000 fr.) pour de nouvelles expériences sur une échelle plus étendue. C'est à la suite de ces derniers essais, dont les résultats furent sans réplique, que le système télégraphique de M. Morse fut établi tel qu'il existe aujourd'hui aux États-Unis.

Nous donnerons ici la description du télégraphe électrique américain.

Ce télégraphe est construit de manière à écrire lui-même les dépêches qu'il transmet : c'est un *télégraphe écrivant*. Les dispositions à l'aide desquelles M. Morse est parvenu à ce résultat se trouvent indiquées dans la figure ci-jointe.

AA représente un électro-aimant double; chacun de ces deux électro-aimants se compose, comme on l'a dit plus haut,

d'un long fil de cuivre recouvert de soie, enroulé un grand nombre de fois autour d'une lame de fer doux, laquelle doit s'aimanter par l'action du courant voltaïque. Au-dessus et à une faible distance de l'aimant, se trouve placé un morceau de fer CDE offrant à peu près la forme d'un fer à cheval : c'est la lame de fer qui doit être attirée par l'électro-aimant quand l'électricité circulera dans le conducteur. A ce fer à cheval se trouve lié un levier métallique horizontal DFH. Quand l'élec-

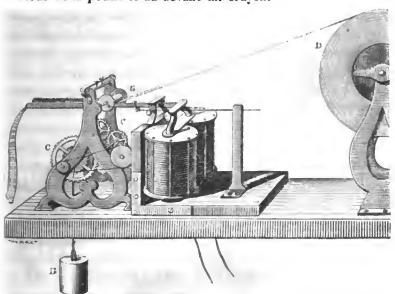


tricité circule dans le fil, ce fer à cheval est instantanément attiré, et vient se mettre en contact avec la petite plate-forme métallique CBE, qui fait partie de l'électro-aimant. Par suite de cette attraction, le levier horizontal DH bascule autour du centre auquel il est fixé ; pendant que son extrémité D s'abaisse, son extrémité libre H s'élève. Or, au-dessus de ce levier, en regard et presque en contact avec une pointe H que l'on a garnie d'un crayon, se trouve disposée une bande de papier. Par suite de son mouvement d'élévation, sous l'influence de

l'attraction magnétique, le crayon H vient donc se mettre en contact avec le papier, et peut y laisser une empreinte. Si l'on suspend le passage de l'électricité à travers les spires de l'électro-aimant, l'aimantation cesse, le fer à cheval CDE n'est plus attiré. Mais le levier DH, qui fait suite à l'électro-aimant, est muni à sa partie inférieure d'un long ressort d'acier FI, qui agit en sens contraire de l'électro-aimant et, par son élasticité, a pour effet d'abaisser le levier DH, et par conséquent de relever le fer à cheval CDE pour le ramener à sa position primitive, dès que l'influence électro-magnétique ne contre-balance plus sa propre traction. Ainsi, ces deux effets, d'une part l'attraction magnétique, d'autre part le ressort d'acier, s'exerçant chacun d'une manière alternative, ont pour résultat d'imprimer au crayon H un mouvement successif d'élévation ou d'abaissement, et de le mettre successivement en contact avec le ruban de papier qui entoure le rouleau G. Or, grâce à une combinaison ingénieuse, le ruban de papier qui passe sur le rouleau G est une sorte de lanière continue qui, à l'aide de rouages d'horlogerie, marche continuellement, et vient ainsi présenter à l'action du crayon les différentes parties de sa longueur. Par les contacts successifs du crayon avec ce ruban de papier mobile, on peut donc former sur le papier une série de points ou de signes.

Le mécanisme destiné à produire la marche continuelle du ruban de papier se trouve indiqué dans la figure que le lecteur a sous les yeux et qui représente dans son entier le télégraphe électro-magnétique américain. A est un cylindre de bois mobile autour de son centre. Sur ce cylindre se trouve enroulée toute une provision de papier D, coupée en ruban mince et continu et dont l'extrémité vient passer sur la poulie G. Le poids B met continuellement en action les rouages d'horlogerie CC qui font tourner la poulie G et ont pour effet d'attirer et de dérouler peu à peu le papier disposé autour du cylindre

de bois A, de manière à faire marcher constamment ce papier autour de la poulie et au-devant du crayon.



On comprend maintenant comment le crayon du télégraphe peut imprimer une série de marques sur le papier quand le courant est successivement établi ou interrompu. Il reste à indiquer comment on peut à volonté provoquer ces alternatives du courant voltaïque, et produire ainsi les mouvements du crayon. Voici la disposition qui fut d'abord employée par M. Morse pour obtenir ce résultat.

La pile était placée à la station du départ, le télégraphe à la station opposée, le fil conducteur réunissait les deux stations. A la station du départ, le fil électrique était interrompu sur un point de son trajet à une petite distance de la pile, et ses deux extrémités disjointes venaient plonger dans une coupe pleine de mercure. Pour établir le courant voltaïque, il suffisait de plonger les deux extrémités disjointes du conducteur dans la coupe remplie de mercure, ce qui donnait une communica-

tion instantanée ; pour interrompre le courant on retirait hors de la coupe les deux extrémités du fil.

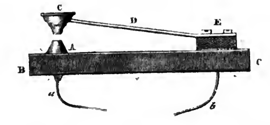
Il est facile de comprendre que le courant voltaïque, établi ou interrompu par ce moyen, permet de tracer à distance des signes sur le papier mobile placé à la station extrême. En effet, quand on établit le courant, en plongeant dans la coupe de mercure les deux extrémités du fil conducteur, la pièce de fer, dans l'appareil télégraphique représenté page 155, est aussitôt aimantée ; elle attire le levier CDE, et, par ce mouvement, le crayon, en s'élevant, vient porter sur le papier tournant ; quand le circuit est interrompu, le magnétisme disparaît et le crayon s'éloigne du papier. Lorsque le circuit est ouvert et fermé rapidement, il se produit sur le papier de simples points ; si, au contraire, il reste fermé pendant un certain temps, la plume trace une ligne d'autant plus longue, que la durée du circuit a été plus prolongée ; enfin rien n'est tracé sur le papier tant que le courant est interrompu. Ces points, ces lignes et ces espaces blancs conduisent à une grande variété de combinaisons.

Les caractères télégraphiques adoptés par M. Morse, pour représenter les lettres de l'alphabet, sont les suivants :

·—	—···	·· ·	—··	·	·—·	——·	····	··	—·—·	—·—	——	——	—·
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
· ·	·····	··—·	· ··	···	—	··—	···—	·——	·—··	·· ··	··· ·	· ···	
O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	ETC.	

Cependant l'emploi de la coupe de mercure pour établir ou interrompre le courant électrique présentait dans la pratique certaines difficultés. M. Morse a remplacé cette partie de l'appareil par un instrument plus simple que nous représentons dans la figure qui suit. Il se compose d'une sorte de petite enclume métallique A, dont le bout inférieur placé au-dessous de la plate-forme BC est soudé au fil conducteur de la pile *a*, et d'une sorte de marteau métallique C, fixé à l'extrémité d'un

ressort d'acier D, soudé lui-même au bloc métallique E; le second fil de la pile *b*, qui sert à compléter le circuit, est soudé à ce dernier bloc métallique. Lorsque le marteau repose sur l'enclume, le courant voltaïque est établi; il est, au contraire, suspendu quand le marteau est séparé de l'enclume par l'action du ressort qui tend constamment à le soulever. Il suffit donc de toucher légèrement le marteau avec le doigt pour établir le courant, et de retirer le doigt pour l'interrompre. Ce petit instrument est aujourd'hui le seul employé par M. Morse comme *clef* du télégraphe, c'est-à-dire pour former, par l'établissement ou l'interruption du courant, la série de signes qui correspondent aux lettres de l'alphabet.



Dans le premier modèle du télégraphe américain, on se servait, pour tracer les signes sur le papier, d'un crayon de mine de plomb. Comme il fallait à chaque instant aiguiser ce crayon, on le remplaça par une plume à laquelle un réservoir fournissait constamment de l'encre. Cette plume donna d'assez bons résultats, mais l'écriture était confuse; d'ailleurs si l'instrument s'arrêtait quelque temps, l'encre s'évaporait et laissait dans la plume un sédiment qu'il fallait retirer avant de la mettre de nouveau en activité. Ces difficultés forcèrent l'inventeur à chercher d'autres manières d'écrire. Après beaucoup d'expériences, il s'arrêta à l'emploi d'un levier d'acier à trois pointes, qui imprime sur le papier tournant des traces nettes et durables. Ces pointes métalliques laissent sur le papier, qui est très épais,

des marques qui ne le percent pas, mais qui s'y impriment en relief, comme les caractères à l'usage des aveugles (1).

C'est au mois de mai 1844 que fut inaugurée, aux États-Unis, la première ligne télégraphique ; elle était établie entre Washington et Baltimore, sur une longueur de seize lieues. Les nouvelles relatives à l'élection du président furent transmises avec tant de rapidité, que tout le monde fut dès ce moment convaincu des immenses avantages de ce nouveau moyen de communication. Tout aussitôt se formèrent plusieurs compagnies particulières pour doter le pays de cet inappréciable bienfait. La ligne de Washington à Baltimore fut bientôt prolongée jusqu'à Philadelphie et New-York, sur une étendue de cent lieues. En 1845, elle atteignait Boston, et formait la grande ligne du Nord, sur laquelle d'autres lignes vinrent plus tard s'embrancher.

Le réseau télégraphique embrasse aujourd'hui aux États-Unis un territoire immense ; il relie le golfe du Mexique aux forêts du Canada. L'une des lignes télégraphiques partant de Burlington-Vermont, sur la frontière du Canada, traverse Boston, New-York et Washington, en passant par Baltimore et Philadelphie ; elle parcourt la Virginie, la Caroline, la Géor-

(1) L'emploi du crayon est cependant bien préférable à celui des pointes d'acier, auxquelles M. Morse a été contraint d'avoir recours, par suite de la difficulté qu'il a éprouvée à faire retailler le crayon à mesure qu'il s'use par le travail. M. Froment a beaucoup mieux résolu cette difficulté. Il a construit un appareil de ce genre portant un crayon qui se taille lui-même en écrivant, parce qu'il tourne continuellement sur son axe, tout en exécutant ses mouvements ; ce frottement contre le papier use le crayon dans le sens convenable pour l'entretenir constamment taillé. Les signes formés par ce télégraphe présentent la forme suivante :

D'après le nombre de ces traits, on peut construire un alphabet en chiffres qui suffit à toutes les nécessités de la correspondance.

gie, et descend par Richmond, Raleigh, Colombia, Augusta et Mobile jusque vers le golfe du Mexique, et jusqu'à l'embouchure du Mississipi, qu'elle atteint à la Nouvelle-Orléans. Une seconde ligne principale part de cette dernière ville et remonte les vallées du Mississipi et de l'Ohio jusqu'à Louisville. Quelques autres partent des côtes de l'Océan pour se diriger vers le centre du pays, en remontant vers les grands lacs qui le bornent au nord. La ligne de Burlington-Vermont présente une étendue considérable, en raison de la grande distance qui sépare les diverses villes qu'elle embrasse. Entre Burlington-Vermont et Boston, elle a 116 lieues à parcourir; entre Boston et New-York, 102 lieues; entre New-York et Washington, 137 lieues; entre Washington et Colombia, 205 lieues; entre Colombia et la Nouvelle-Orléans, 485 lieues. La ligne de la Nouvelle-Orléans à Louisville présente, y compris les embranchements, une étendue de 460 lieues.

Dans les divers États de l'Union américaine, la télégraphie électrique occupait au mois de juillet 1849, d'après un relevé officiel, une étendue totale de 11,051 milles ou 4,446 lieues de France.

Il faut ajouter, comme renseignement plus récent, qu'il résulte d'un rapport adressé en novembre 1852, par M. Jules Coutin, au ministre de l'intérieur à Paris, que la longueur totale des lignes de télégraphie électrique dans les États-Unis et le Canada, est de 19,000 kilomètres (4,750 lieues de France). Ce réseau met en communication environ 550 centres de population, grands ou petits.

On a dit, enfin, mais sans invoquer de relevés authentiques, qu'au commencement de 1854, le télégraphe électrique parcourait 41,392 milles dans les États-Unis.

Depuis l'année 1845, dans les États de l'Union américaine, le télégraphe électrique a été mis à la disposition du public. Au mois de décembre 1844, M. Morse écrivait au Congrès des

États-Unis pour l'engager à s'emparer du télégraphe électrique dans un but d'intérêt général et comme source importante de revenu pour le trésor. Quelques mois après, le *Comité des routes*, dans un rapport au Congrès, concluait au monopole du télégraphe électrique par l'État, en le considérant comme une branche nouvelle du *post-office* (poste aux lettres), et par suite, comme un cas prévu par la Constitution. Mais l'existence d'un tel monopole s'accordait mal avec les habitudes et les mœurs libérales de la république américaine. Le Congrès rejeta cette proposition, abandonnant à la concurrence industrielle l'exploitation du service général de la nouvelle télégraphie; le gouvernement se réserva seulement l'usage d'un ou de deux fils sur les lignes établies. Aussi la concurrence n'a-t-elle pas tardé à multiplier singulièrement le nombre des lignes et à perfectionner les appareils. Entre certaines villes, il existe quelquefois deux ou trois établissements rivaux pour l'exploitation de la correspondance électrique.

Par suite de ces faits, la télégraphie électrique a pris aux État-Unis un développement immense, et depuis plusieurs années, elle rend au commerce, à l'industrie, aux relations privées des citoyens, des services qui sont de tous les jours et de tous les instants. Grâce à cet agent merveilleux, les commerçants américains sont instantanément informés du départ et de l'arrivée des navires dans les ports de l'Océan, des mercuriales, du prix des cotons et des cafés dans les différentes villes du littoral et de l'intérieur. Les producteurs du pays qui expédient des blés, des cotons, des bestiaux et des fourrures, par les fleuves l'Ohio et le Mississipi, sont avertis, pendant tout le cours de cette longue navigation, des différentes particularités et des accidents qui peuvent signaler le voyage, des variations du temps pendant la traversée, et du moment précis de l'arrivée des bateaux. Les particuliers ont très fréquemment recours au télégraphe électrique; cet instrument est pour eux une

seconde poste aux lettres qui, souvent, n'est guère moins occupée que son aînée. Aussi la plupart des lignes télégraphiques, surtout dans les villes importantes, telles que New-York, Boston et Washington, sont-elles presque toujours employées au service public. Il faut souvent attendre plusieurs heures son tour de transmission, et il arrive quelquefois que les bureaux doivent rester ouverts une partie de la nuit. Les journaux américains, si nombreux et si utilement remplis, donnent chaque jour un grand nombre de renseignements arrivés par la même voie. Il est même assez remarquable que, grâce au télégraphe électrique, les nouvelles d'Europe sont connues à New-York deux jours avant l'arrivée du bateau-poste d'Europe, et voici comment : en arrivant en Amérique, le paquebot touche à Halifax ; là, on fait rapidement un résumé des nouvelles qu'il apporte, et ce résumé, immédiatement transmis à New-York par le télégraphe électrique, arrive par conséquent dans cette dernière ville avant le paquebot lui-même, qui doit employer deux jours pour cette dernière traversée.

Un voyageur anglais, M. Vatkin, a publié récemment, en Angleterre, un ouvrage plein d'intérêt sur les divers États de l'Union américaine; cet ouvrage renferme, au sujet de la télégraphie électrique, quelques renseignements curieux que nous reproduisons :

« Le télégraphe électro-magnétique, dit M. Vatkin, a opéré partout une révolution, mais aucun pays n'a éprouvé ses effets comme l'Amérique; aucun autre ne possède une aussi longue ligne télégraphique, et ne peut se vanter d'autant de bon marché et de régularité dans la transmission des dépêches. Chez nous, la télégraphie a été jusqu'à présent l'instrument de la bourse, l'esclave des commerçants et des riches, plutôt qu'un agent universel employé par toutes les classes de la population.

» J'ai vu avec intérêt les grandes perches rouges ou blanches, surmontées par des isoloirs, liées ensemble par de longues lignes de fils télégraphiques, et plantées comme des arbres dans les prin-

cipales rues de New-York, de Boston, de Philadelphie, de Baltimore. A travers les forêts, loin de toute contrée défrichée, le long des chemins qui sortent en droite ligne des bois pendant plusieurs milles, il y avait aussi de simples perches et un seul petit fil s'élançant au loin dans l'espace; il y avait des fils sous et sur les rivières, à travers les prairies et sur les montagnes. Le fil télégraphique simple, élevé au prix de 20 à 30 livres par mille, chemine partout en avant de la population, sorte de pionnier de la civilisation.

» Il y a maintenant plus de 11,000 milles de ligne télégraphique aux États-Unis. Vous pouvez transmettre une dépêche de Québec à Montréal au nord, à la Nouvelle-Orléans au midi (distance de 2,000 milles, ou de 4,000, aller et retour), et vous avez la réponse dans deux heures environ, tout compris. Vous pouvez écrire par le télégraphe de New-York à Fond-du-Lac, à Wisconsin (distance télégraphique de 1,500 milles, ou 3,000, aller et retour), et recevoir la réponse dans une heure, tout compris. En Amérique, on se sert du télégraphe pour vendre, pour acheter, pour commander son lit dans les hôtels, pour faire venir de chez soi son linge propre, pour tous les besoins domestiques urgents : c'est comme une baguette magique au moyen de laquelle les parents et les amis éloignés peuvent se parler, comme s'ils étaient à leur fenêtre ou à leur porte. Une vieille femme, mère d'un laboureur de Wisconsin, me demandait, sur le bateau à vapeur du lac Érié, de m'informer si le télégraphe allait jusqu'à Fond-du-Lac. Elle était venue seule de quelque lieu écarté du Maine, et se rendait à Fond-du-Lac pour rejoindre son fils; elle désirait lui écrire par le télégraphe de New-Buffalo, sur la côte orientale du lac Michigan, de venir la voir à Chicago. Or, New-Buffalo est séparé de Chicago par 60 milles d'eau, et Fond-du-Lac est à 350 milles au nord de Chicago. Fond-du-Lac est un endroit créé d'hier, et déjà, pour les relations, il est à quelques minutes de New-York, de Boston ou de Philadelphie.....

» Le point de vue le plus important de cette question est la relation du télégraphe avec la presse. Il y a, en Amérique, environ 2,500 journaux publiés par jour, par semaine, ou avec une autre périodicité. La circulation totale de ces journaux est, en moyenne, d'un million d'exemplaires par jour. Voyez maintenant le résultat du bas prix du télégraphe. Le bateau à vapeur venant d'Angleterre arrive à New-York, par exemple, à deux heures; à quatre

heures moins un quart, les principaux articles de nouvelles sont imprimés et mis en circulation à New-York, dans 30,000 numéros du soir. Dans deux heures, les mêmes nouvelles sont transmises, imprimées et en circulation dans toutes les parties de l'Union où il y a un télégraphe et un journal quotidien... Les communications télégraphiques ne sont dépassées que par la diffusion de la lumière ; et comme dans ce beau phénomène de la nature, la rapidité du progrès conduit à l'universalité, l'Union entière, partout où l'on peut parvenir, est ainsi frappée en même temps des mêmes faits, pleure des mêmes malheurs, se réjouit des mêmes succès, et discute le même jour les mêmes nouvelles politiques. »

A ces renseignements nous pouvons ajouter les suivants, publiés à la même époque, dans un de nos journaux politiques, par M. de Courcy :

« Aux États-Unis, dit M. de Courcy, l'industrie particulière s'est emparée de cette idée nouvelle, et il n'y aura bientôt plus de village qui ne soit relié aux grands centres par un télégraphe, comme il l'est déjà par une voie de fer ou par un fleuve. De plus, la concurrence élève déjà plusieurs lignes entre les mêmes points. Il existe trois télégraphes entre New-York et Boston, et trois autres compagnies desservent la ligne de New-York à Philadelphie. Il en est résulté une baisse de prix à l'avantage du public, et le tarif est maintenant, entre les villes, de 1 franc par dix mots, au lieu d'être de 2 fr. 50, comme il y a quelques années.

» Dans les premiers mois de cette réduction, les finances des compagnies s'en sont ressenties ; mais l'augmentation du nombre des dépêches, résultat inévitable de toute baisse de prix, a déjà fait relever les recettes, et les trois lignes se maintiennent concurremment. L'une de ces lignes, celle de New-York à Boston, dont j'ai visité en détail les livres, les appareils et les opérations, est établie sur un capital de 500,000 francs, divisé par actions. Le premier semestre, où elle avait le monopole, elle a réparti un dividende de 7 pour 100 entre ses actionnaires, l'intérêt de leur argent compris. Le second semestre, où elle se trouva en présence de deux lignes rivales, elle ne déclara pas de dividende, mais elle put présenter un excédant de 10,000 francs sur ses dépenses. Aujourd'hui, malgré la concurrence, elle promet un dividende pour l'exercice suivant.

» La ligne de New-York à Boston a 250 milles (455 kilomètres); elle transmet une moyenne de 500 communications particulières par jour, la plupart ne dépassant pas le minimum de dix mots, soit 500 francs de recette ; elle a, de plus, la soirée et la nuit employées à télégraphier les nouvelles pour les journaux, et elle leur fournit ainsi chaque nuit de 4,000 à 8,000 mots, raison de 5 centimes par mot. C'est donc une recette de 800 fr. par jour, ou 290,000 francs par an pour une seule ligne de télégraphe, et il y en a une douzaine convergeant toutes vers New-York. La presse de chaque ville forme une association, et la même rédaction de nouvelles électriques est distribuée à tous les journaux. La première page est chaque jour entièrement couverte de dépêches télégraphiques reçues de tous les points de l'Union ou du Canada. Lorsque des débats importants ont lieu à Washington ou à Albany, les discours entiers, remplissant plusieurs colonnes, sont transmis par cette voie, et le bourgeois qui déploie sa feuille le matin, apprend à la fois ce qui s'est passé la veille au soir à New-York, aussi bien que l'événement intéressant de Saint-Louis, de Québec ou de la Nouvelle-Orléans, à 500 lieues de distance.

» Il y a en ce moment 15,000 milles (27,000 kilomètres) de télégraphes en opération aux États-Unis, et le capital engagé dans cette industrie est évalué à 20 millions de francs, répartis entre cinquante compagnies. Le télégraphe de Halifax (Nouvelle-Écosse) à la Nouvelle-Orléans (Louisiane), passant par New-York, est la ligne la plus importante de toutes; elle n'a pas moins de 1,300 lieues de longueur. C'est la grande artère commerciale des États-Unis; les vapeurs qui vont de Liverpool à Boston touchent à Halifax deux jours avant d'atteindre le terme de leur traversée ; et aussitôt le télégraphe est en opération pour transmettre en Louisiane et dans toute l'Union les cours commerciaux de la Grande-Bretagne. Quand quelques centimes de hausse ou de baisse dans le prix de la livre de coton peuvent causer la fortune ou la gêne de toute une contrée, on conçoit l'importance de la promptitude des nouvelles, et la quantité des communications qui doivent être expédiées sur ce sujet. Aussi deux des compagnies, sur cette route, répartissent annuellement de 12 à 16 pour 100 de dividende, et quoique toutes ne soient pas également prospères, quoiqu'il s'en trouve dans le nombre de mal administrées, qui travaillent à perte, l'industrie des télégraphes est reconnue comme étant essentiellement lucrative aux États-Unis. La ligne de Halifax

à la Nouvelle-Orléans, dont je viens de parler, est partagée entre huit différentes compagnies, dont les tronçons se relient l'un à l'autre. A chaque extrémité du parcours d'une de ces entreprises particulières, il y a solution de continuité dans le fil de fer, et le message doit être copié à la main pour être confié à la ligne suivante. Ce travail amène un ralentissement obligé dans la transmission des dépêches; mais cependant, grâce à la bonne organisation du service, la vitesse ne laisse guère à désirer, et j'ai moi-même écrit de New-York à la Nouvelle-Orléans à neuf heures du matin et reçu la réponse à trois heures le même jour : c'est une distance de 3,500 milles entre le départ et le retour. »

La faible élévation des prix du tarif américain pour transmission des dépêches électriques peut expliquer en partie la rapide extension de ce procédé de communication et l'usage fréquent qu'en font les particuliers. Le tableau suivant représente les tarifs adoptés par les compagnies américaines :

De Washington à New-York.

De Washington à :	Nombre des milles.	Premiers dix mots.	Chaque mot en plus.
Baltimore.	40	10 cents (1)	1 cent.
Philadelphie.	156	30	3
Trenson (New-Jersey) . . .	184	45	4
Princetown (*Id.*)	194	50	5
New-York.	343	40	5

De Washington à New-Orleans (Louisiane).

Georges-town	2	15	1 cent.
Alexandria (Virginie). . . .	10	16	1
Fredericksburg (*Id.*). . . .	60	21	1
Richmond (*Id.*)	121	27	1
Petersburg (*Id.*).	143	29	1
Raleigh (Caroline du Nord).	292	44	2

(1) Le dollar vaut 5 fr. 42 c., et le cent 0 fr. 054 c.

	Nombre des milles.	Premiers dix mots.	Chaque mot en plus.
Fayetteville	410	57 cents.	3 cents.
Cheraw (Caroline du Sud)..	419	57	3
Cambden (*Id.*)..	476	63	3
Columbia (*Id.*)	509	66	3
Charles-town (*Id.*).	644	79	4
Augusta (Géorgie).	782	93	5
Savannah (*Id.*).	914	106	5
Macan (*Id.*).	1107	126	6
Columbus (*Id.*)..	1200	135	7
Montgommery (Alabama).	1299	145	7
Cahawba..	1351	150	8
Mobile.	1523	167	8
New-Orléans (Louisiane).	1746	200	10

Le prix moyen d'une dépêche n'est que la moitié du tarif français, et le tiers environ du tarif anglais.

CHAPITRE VI.

La télégraphie électrique en Angleterre. — Télégraphe électrique à cinq aiguilles, de M. Wheatstone, pour le service des chemins de fer. — Télégraphe à cadran de M. Wheatstone, pour la correspondance générale. — Nouveau télégraphe à aiguilles. — État actuel de la télégraphie électrique en Angleterre.

La plupart des lignes de télégraphie électrique qui fonctionnent aujourd'hui sur les chemins de fer anglais ont été créées par M. Wheatstone, dont le nom mérite une place à part dans l'histoire de la grande invention qui nous occupe. S'il n'est pas prouvé que M. Wheatstone ait le premier conçu l'idée de la télégraphie électro-magnétique, on ne peut lui contester l'honneur d'avoir le premier rattaché deux villes entre elles par un lien de correspondance électrique.

M. Wheatstone, l'un des physiciens les plus distingués de de notre temps, fut conduit à l'invention de ses appareils télégraphiques par les expériences qu'il fit, en 1834, sur la vitesse de transmission de l'électricité. Il s'assura que cette vitesse est de 333,800 kilomètres par seconde, ou, si l'on veut, que l'électricité pourrait faire, dans l'espace d'une seconde, huit fois le tour du globe (1). Pour exécuter ces expériences, M. Wheatstone avait employé des fils de plusieurs lieues. Les effets produits à d'aussi grandes distances lui prouvèrent que les communications télégraphiques par l'électricité étaient non-seulement possibles, mais très praticables. Il se mit donc à rechercher les appareils les plus convenables pour réaliser ce projet, et il arriva bientôt aux résultats les plus satisfaisants.

Le premier télégraphe construit par M. Wheatstone fut établi, en 1838, sur une partie du chemin de fer de Londres à Liverpool. Fondé, comme les télégraphes d'Alexander et de Schilling, sur le principe de la déviation de l'aiguille aimantée par le courant voltaïque, il se composait de cinq fils qui servaient à faire apparaître instantanément les diverses lettres de l'alphabet.

Cependant ce télégraphe ne représentait guère que l'enfance de l'art. L'emploi de cinq conducteurs était une source de complications dans le jeu de l'appareil et d'augmentation de dépenses pour son établissement; suffisant pour les besoins du service d'un chemin de fer, il n'était point applicable à un service étendu de communications quotidiennes. C'est en effet pour l'usage des chemins de fer que M. Wheatstone avait construit cet instrument, qui resta en usage, depuis l'année 1838 jusqu'à l'année 1846, sur les railways du Great-Western, de

(1) Des expériences récentes ont conduit à élever le chiffre donné par M. Wheatstone pour représenter la vitesse de la lumière.

Blackwall, de Manchester à Leeds, d'Édimbourg à Glasgow, de Norwick à Yarmouth, et de Dublin à Kingstown.

Les résultats avantageux obtenus, avec les appareils de M. Wheatstone, sur les chemins de fer du Great-Western et de Blackwall, décidèrent la rapide extension que la télégraphie électrique ne tarda pas à prendre en Angleterre. Pendant l'année 1846, il se forma à Londres, sous le nom de *Compagnie du télégraphe électrique*, une compagnie puissante qui se proposait d'étendre ce genre de communications à toutes les villes importantes de l'Angleterre et de l'Écosse. Le système adopté sur la plupart de ces lignes fut le *télégraphe à cadran* que M. Wheatstone avait imaginé en 1841. Ce système, étant un peu compliqué, a besoin d'être décrit avec soin.

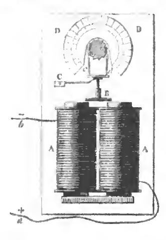
Le télégraphe américain dont nous avons donné la description plus haut, est un *télégraphe écrivant*, c'est-à-dire qui transcrit lui-même sur un ruban de papier les dépêches qu'il expédie. Le télégraphe à cadran est fondé sur une combinaison toute différente. Indiquons d'abord le principe général sur lequel repose son mécanisme.

Aux deux extrémités de la ligne télégraphique sont installés deux cadrans circulaires parfaitement semblables, et qui portent inscrits sur leur circonférence les vingt-quatre lettres de l'alphabet et les dix chiffres de la numération. Ces deux cadrans communiquent entre eux par le fil conducteur de la pile. A l'aide de dispositions mécaniques que nous décrirons plus loin, chacune des lettres du cadran placé à la station d'arrivée peut, par l'action du courant voltaïque établi ou interrompu, apparaître au-devant d'une sorte de fenêtre. Les deux cadrans sont liés entre eux de telle manière que les mouvements qui s'exécutent sur l'un sont répétés exactement et au même instant par l'autre. D'après cela, si l'on fait passer l'électricité fournie par la pile dans le conducteur qui relie les deux cadrans, et qu'à la station d'où partent les dépêches on amène successivement les diverses

lettres de l'alphabet devant un point d'arrêt qui existe sur le cadran indicateur, les mêmes lettres apparaîtront instantanément à la fenêtre du cadran de la station extrême.

Quelles sont les dispositions mécaniques qui permettent de faire reproduire, sur le cadran de l'une des deux stations, les divers mouvements que l'on imprime au cadran de l'autre station ? C'est ce que nous allons exposer en donnant la description complète de l'instrument.

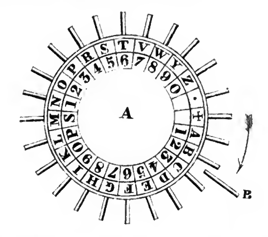
La figure que nos lecteurs ont sous les yeux fera saisir facilement les principes sur lesquels repose la construction du télé-



graphe à cadran. AA, représente un électro-aimant double, formé de deux cylindres de fer doux parcourus, suivant le procédé ordinaire, par un long fil de cuivre qui donne passage au courant. Ces deux cylindres ont une longueur d'environ deux pouces et un demi-pouce de diamètre ; le fil de cuivre qui les entoure est long de 25 à 30 mètres : les extrémités de ce fil *a*, *b*, communiquent avec les conducteurs de la ligne télégraphique. La pile voltaïque qui donne naissance au courant, et que l'on n'a pas représentée sur la figure, est nécessairement placée sur leur trajet. Quand le courant électrique

vient circuler autour des deux cylindres, il les transforme en aimants artificiels, et par l'effet de l'attraction magnétique, le disque de fer B, placé à quelque distance au-dessus d'eux, est instantanément attiré; lorsque le courant voltaïque est interrompu, l'attraction magnétique cesse, et le disque B est ramené à sa position primitive par l'action d'un ressort d'acier C, qui le relève dès que sa pression n'est plus contre-balancée par l'attraction magnétique. Ainsi, en établissant et rompant alternativement le circuit voltaïque, on peut imprimer au disque B un mouvement de va-et-vient dans le sens vertical. Ce mouvement vertical, on le transforme en mouvement circulaire à l'aide de la disposition très simple que l'on voit représentée sur la figure. Le disque de fer B est muni de deux petites tiges montantes *c*, *d*, dont les extrémités sont en contact avec les dents d'une petite roue à rochet *e*. Quand le disque s'abaisse, la tige C tire la dent à laquelle elle est fixée; quand il se relève, la tige *d* pousse une autre dent : il résulte de ce double mouvement que la roue *e* tourne d'un pas toutes les fois que l'attraction et la répulsion magnétiques sont établies ou suspendues. Or, un disque de papier DD, recouvert d'un cadran portant différentes lettres, est fixé sur cette roue et la suit dans ses mouvements; par conséquent, ce disque de papier ou ce cadran tourne autour de ce centre, par l'effet de l'attraction et de la répulsion magnétiques; il avance d'un pas à chacun de ces doubles mouvements. Sur la circonférence de ce cadran, on a inscrit les vingt-quatre lettres de l'alphabet ou différents autres signes, en nombre double du nombre des dents de la roue d'échappement; enfin une plaque de cuivre, qui ne peut être représentée sur la figure qui précède, est placée au-devant du cadran et porte seulement une petite ouverture qui ne permet d'apercevoir à la fois qu'un seul des caractères qui viennent successivement apparaître à cette sorte de fenêtre. En établissant ou suspendant le courant voltaïque un nombre suf-

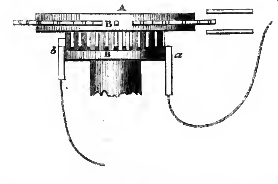
fisant de fois, on peut donc amener à volonté chacune des lettres devant cette ouverture, de manière à les montrer à un employé placé en station devant l'instrument, et chargé de lire les différentes lettres composant la dépêche, à mesure qu'elles apparaissent à la fenêtre du cadran. La partie du télégraphe à cadran que nous venons de décrire porte le nom d'*indicateur:* elle est placée à la station extrême où les dépêches sont reçues. La seconde partie de cet appareil, désignée sous le nom de *communicateur*, est placée à la station du départ; elle est destinée à faire mouvoir à distance les lettres de l'indicateur. Voici la disposition mécanique du *communicateur*.



A est un disque de bois mobile autour de son axe, sur lequel on a gravé, entre deux cercles concentriques, deux rangées de lettres et de chiffres. Autour de sa circonférence, on a planté une série de petites tiges de bois placées en face de chaque lettre; en saisissant une de ces tiges saillantes, on peut faire tourner le disque A de manière à amener une lettre quelconque du cadran en face d'une pièce fixe ou arrêt B. Mais comment peut-on faire répéter, à la station extrême, par le cadran indicateur, la lettre amenée au-devant du point d'ar-

rêt B sur le *communicateur?* La figure ci-dessous, qui représente une coupe, dans le sens vertical, du communicateur, dont la figure précédente représentait l'élévation, va le faire comprendre.

Au-dessous du disque tournant A, et lui servant de support, se trouve un cylindre métallique BB, mobile autour de son centre, lequel, à l'aide de la tige métallique *a*, établit la communication avec le fil conducteur du télégraphe. Ce cylindre métallique est pourvu, sur sa circonférence, d'un certain nombre de petites bandes de bois ou d'ivoire, corps qui ne conduisent pas l'électricité. Ces bandes sont en *nombre exactement*



correspondant à celui des lettres du cadran. Ce cylindre est donc formé mi-partie de substances conductrices, et mi-partie de substances non conductrices de l'électricité. Or, une sorte de ressort métallique *b* auquel est attaché, par son extrémité inférieure, le second fil conducteur de la pile, se trouve en contact immédiat avec ce cylindre formé de substances alternativement conductrices et non conductrices. Quand on fait tourner le disque, le courant voltaïque doit donc être établi, puis interrompu, à chacun des contacts du ressort métallique *b* avec les différentes bandes conductrices et non conductrices. Toutes les fois, par exemple, que le ressort *b* touche une des

portions métalliques du cylindre, le courant électrique s'établit dans l'appareil, puisque le circuit est alors tout entier formé de substances conductrices de l'électricité ; lorsque, au contraire, ce ressort est en contact avec l'ivoire, le courant électrique s'interrompt. Le circuit voltaïque est donc alternativement établi ou suspendu, selon qu'il passe devant le ressort *b* une bande de métal ou une bande d'ivoire. Or, et c'est là le point important à remarquer pour l'intelligence de l'instrument. Les bandes conductrices et non conductrices sont exactement, comme nous l'avons déjà fait observer, en même nombre que les lettres du cadran ; il en résulte qu'à chaque lettre qui passe devant le ressort *b*, le courant voltaïque est établi ou suspendu. Mais on se rappelle que, d'après la disposition de l'*indicateur* représenté sur la figure de la page 171, à chacune des interruptions et des rétablissements successifs du courant, le cadran de l'indicateur marche d'une lettre ; par conséquent, les deux cadrans une fois mis d'accord, toutes les fois que l'on amènera une lettre quelconque au-devant de l'arrêt B dans le communicateur, la même lettre apparaîtra instantanément à la fenêtre du cadran placé à la station extrême : de telle manière qu'il suffira d'amener un signe quelconque en face de ce point d'arrêt à la station du départ, pour que la même lettre apparaisse instantanément à la station d'arrivée sur le cadran de l'indicateur. Admettons, par exemple, qu'on veuille transmettre d'une station à l'autre le mot PARIS, voici les différentes manœuvres qu'il faudra exécuter. Avant de transmettre aucun signe, on commencera par mettre d'accord les deux cadrans, c'est-à-dire les disposer tous les deux de telle manière que la lettre qui se montre à l'ouverture du cadran indicateur soit la même que celle qui se trouve au point d'arrêt du communicateur. L'instrument ainsi réglé, on fera tourner le disque du communicateur de manière à amener la lettre P au-devant du point d'arrêt. On fera la même manœuvre pour les lettres sui-

vantes, et toutes ces lettres viendront à tour de rôle se reproduire dans le même ordre sur le cadran de la station d'arrivée. Le signe — porté sur le cadran indique la fin d'un mot; le point marque la fin d'une phrase.

Telles sont les dispositions principales du télégraphe à cadran qui est surtout en usage aujourd'hui pour le service spécial des chemins de fer.

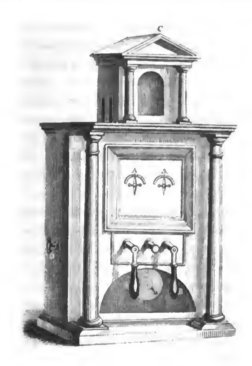
Depuis quelques années, en Angleterre, la *Compagnie du télégraphe électrique* a renoncé à l'emploi de ce télégraphe, en raison des dérangements qui survenaient dans le mécanisme destiné à faire marcher les cadrans. Le nouveau système dont on fait usage aujourd'hui sur la plupart des lignes anglaises a été imaginé par M. Wheatstone, et diffère en tous points de celui dont il vient d'être question. Cet appareil, qui porte le nom de *télégraphe à deux aiguilles*, est l'instrument télégraphique réduit à sa plus simple expression; l'intelligence de l'opérateur y tient, pour ainsi dire, lieu de mécanisme.

Le *télégraphe à deux aiguilles* de M. Wheatstone se compose tout simplement de deux aiguilles fixées chacune au centre d'un cercle; ces aiguilles peuvent se mouvoir autour du cercle en s'arrêtant à volonté à l'un des points de sa circonférence. Elles sont mises en mouvement à l'aide de deux manivelles ou poignées que l'opérateur tient dans les mains. Grâce à un mécanisme analogue à celui que nous avons décrit pour le télégraphe à cadran, le mouvement imprimé aux manivelles établit ou interrompt le courant électrique, et l'aiguille peut, de cette manière, prendre sur la circonférence du cercle la place que l'on désire. Ces deux aiguilles et leurs cadrans sont fixés sur le panneau antérieur d'une sorte de grande boîte offrant à peu près l'aspect d'un tombeau antique.

La figure suivante représente l'ensemble du télégraphe à double aiguille de M. Wheatstone. AA sont les deux aiguilles

que mettent en mouvement, par l'intermédiaire du courant électrique, les deux manivelles B, B. La caisse supérieure C renferme la *sonnerie*, ou le timbre qui, par sa résonnance, doit attirer l'attention de l'employé; D est une autre manivelle qui fait agir la sonnerie en mettant son conducteur en communication avec la pile.

Les positions combinées que peuvent prendre les deux



aiguilles ont servi à former un alphabet. Les signes adoptés pour la désignation des lettres sont les suivants :

A, un coup à gauche de l'aiguille à gauche.
B, deux coups de la même aiguille à gauche.
C, trois coups de la même aiguille à gauche.

D, quatre coups de la même aiguille à gauche.

E, un coup de l'aiguille de gauche et deux de l'aiguille de droite.

F, un coup de l'aiguille de gauche et trois de l'aiguille de droite.

C'est, comme on le voit, un alphabet de sourd et muet; on forme, avec les aiguilles du télégraphe, des signes analogues à ceux que le sourd-muet exécute avec ses doigts. M. Wheatstone a compté sur l'adresse, sur l'habileté particulière des employés pour suppléer à l'insuffisance du mécanisme de son instrument. L'expérience a justifié la confiance que l'inventeur avait mise dans les ressources de l'organisation humaine servie et réglée par l'intelligence. Le moyen physiologique supplée ici assez heureusement à l'imperfection de la combinaison mécanique. Il importe d'ajouter pourtant que des erreurs se glissent assez fréquemment dans les messages transmis de cette manière, et que si l'appareil télégraphique anglais est le plus simple que l'on connaisse, il est bien loin d'être le plus parfait. Ajoutons qu'exigeant l'emploi de deux fils conducteurs pour faire marcher les deux aiguilles, il a l'inconvénient de doubler les dépenses d'installation. Aussi cet appareil n'a-t-il été adopté par aucune autre nation de l'Europe pour le service télégraphique.

Pour faire manœuvrer les aiguilles des cadrans, on a choisi de jeunes garçons de quinze ou seize années; on comptait avec raison sur la vivacité et la délicatesse de mouvements naturelles à cet âge, pour se plier plus vite aux conditions si nouvelles et si particulières de ce service. Ces enfants n'ont pas tardé, en effet, à acquérir une habileté prodigieuse à comprendre le vocabulaire télégraphique et à exécuter les signaux qui le composent. Rien n'égale leur dextérité dans le maniement pratique de ce langage de sourd et muet. Les aiguilles s'agitent sous leurs doigts avec la promptitude de la pensée; les mouvements

sont si pressés et si rapides, que l'œil a de la peine à les suivre. On lit en gros caractères sur les murs de la salle : « *Ne dérangez pas les employés quand ils sont occupés à leurs appareils.* » Cet avis est assez superflu, car on voit les enfants, pendant le cours de leur travail, causer, rire, et s'occuper de ce qui se passe autour d'eux, comme s'ils exécutaient la besogne la plus indifférente ; il leur arrive même, pendant l'expédition d'un message, de faire des aparté télégraphiques, et d'assaisonner les dépêches qu'ils sont occupés à transcrire de quelques plaisanteries à l'adresse de leur camarade.

On a observé, en effet, que les jeunes employés du télégraphe finissent par faire, en quelque sorte, connaissance avec leurs correspondants des autres stations. Cette espèce d'intimité est si bien établie entre eux, qu'ils savent reconnaître, aux premiers mouvements des aiguilles, celui de leurs camarades qui se dispose à leur écrire. On entend quelquefois un des employés de Londres s'écrier, en remarquant les mouvements de son appareil que l'on commence à faire agir de Manchester, par exemple : « Ah ! voilà George revenu ! » Un autre, en voyant les premières oscillations de ses aiguilles que l'on fait marcher de Liverpool, prend sa place d'un air de contrariété et de mauvaise humeur, en disant : « Allons, c'est encore ce brutal de John qui est là-bas ! » Ces sentiments d'antipathie qui s'établissent ainsi entre les employés d'une même ligne vont quelquefois au point de forcer l'administration à les séparer ; c'est ce que l'on a fait récemment sur la ligne de Londres à Birmingham, où deux jeunes gens étaient sans cesse occupés à se quereller et à échanger des injures par le télégraphe.

Le langage télégraphique permet d'obtenir une vitesse de transmission telle, que l'on expédie facilement en trois secondes un mot d'une longueur ordinaire, ce qui revient à une vingtaine de mots par minute. En cas d'accident arrivé à l'appareil, on peut écrire avec une seule aiguille au moyen d'un

Quand la cloche fut arrêtée, le directeur transmit une autre invitation :

— Demandez à Douvres de lire le premier article du journal de ce matin.

En une seconde la demande fut transmise. Nous avons pris, de notre côté, un numéro qui se trouvait sur la table pour suivre l'expérience ; l'employé s'était placé devant le cadran, l'œil fixé sur l'aiguille pour y lire la réponse de Douvres, et, à chaque mot qui se succédait, il agitait les poignées pour signaler qu'il comprenait le sens de ce qui lui était dit.

L'aiguille se balançait, et l'employé, la main sur les poignées, lisait les mots épelés par Douvres : les sons nous les transmettaient aussi rapidement qu'on eût pu les lire dans un livre même.

— « La — (bruit de la machine) — chambre — (nouveau bruit) — des communes... »

Il y eut un instant d'arrêt.

— Allez donc ! cria M. Walker.

Mouvement de la machine.

— Douvres dit, répondit l'employé, que quelqu'un frappe à sa porte.

— Demandez qui c'est ?

— Douvres répond qu'il était occupé à nous parler lorsqu'un exprès apportant un message est venu frapper chez lui, et l'on faisait tant de bruit qu'il a été contraint de s'arrêter. Il va faire passer le message à Londres, et il reprendra ensuite l'entretien.

Tout cela était dit aussi rapidement que si Douvres se fût trouvé réellement dans la même pièce que nous, et nous eût donné toutes ces explications de vive voix.

Nous avons déjà vu que Douvres et Londres ont des poignées différentes sur l'instrument, mais il faut observer, de plus, que la main de chaque employé, dans une station où ils sont deux ou trois, est aisément reconnue à la manière plus ou moins rapide dont il fait fonctionner la machine.

Il y eut encore un temps d'arrêt.

— Douvres cause maintenant avec Londres, dit M. Walker.

Il avait à peine prononcé ces paroles, que le signal fut donné : « Attention ! » et l'entretien recommença.

« Il — était — quatre — heures — du — matin — quand — la — séance — s'est — terminée — par — le — vote. »

— Le mot « vote ? » demanda M. Walker.

— Oui, attention ! fut la réponse.

Mais avant que ces mots fussent prononcés, Douvres avait repris notre histoire. Il nous en lut à peu près trente lignes.

C'est alors que, nous tournant vers l'horloge et faisant notre calcul, nous nous aperçûmes que deux cent trente-sept mots avaient été transmis et lus dans un espace d'à peu près quatorze minutes. »

Personne n'ignore qu'en Angleterre la télégraphie électrique est exploitée aujourd'hui sur une échelle considérable. Depuis 1846, la *Compagnie du télégraphe électrique* a fait élever un établissement magnifique dans la cité de Londres, à proximité de la Bourse et du quartier de la Banque. Ces bâtiments forment le point de jonction où viennent aboutir les lignes télégraphiques qui rayonnent de soixante villes importantes. Londres se trouve ainsi en communication instantanée avec Cambridge, Norwich, Portsmouth ; avec Birmingham, Stratford, Derby, Nottingham, Liverpool, Manchester, Glasgow, Édimbourg, etc. ; il communique aussi de la même manière avec Folkstone et Douvres. Le bureau central de la Compagnie se trouve relié avec toutes les têtes des chemins de fer qui ont des bureaux de télégraphie électrique, par des fils qui passent dans les rues à travers des conduits souterrains. Ce bureau central communique ainsi avec toutes les lignes électriques d'Angleterre, et il correspond dans ce moment avec cent dix-huit stations ou bureaux électriques situés dans Londres et les autres villes importantes de la Grande-Bretagne. Depuis l'année 1847 jusqu'à cette année, la Compagnie a étendu d'une manière remarquable les fils du réseau électrique. D'après un relevé donné en 1850 par M. Walker, 2,218 milles anglais (917 lieues de France) étaient déjà occupés par les fils du télégraphe électrique.

Depuis cette époque, le réseau télégraphique a presque doublé d'étendue. La *Compagnie télégraphique* a établi les

communications sur une étendue de 4,265 milles. La longueur totale des fils est de 25,233 milles. Dans les six mois qui finissaient en juin 1854, elle avait communiqué près de 36,000 messages, et reçu plus d'un million et demi de francs.

L'administration anglaise a mis, quatre années avant nous, le télégraphe électrique à la disposition du public. La *Compagnie du télégraphe électrique*, qui, en Angleterre, a le monopole de toutes les communications télégraphiques, est chargée de l'exécution de ce service. Les correspondances du gouvernement ont lieu, comme celles du public, par le bureau central de la Compagnie ; seulement le gouvernement obtient, *par déférence*, la priorité pour le passage des ses dépêches. On assure même que ce privilége peut lui être contesté.

Comme l'organisation des établissements publics de télégraphie électrique est de nature à intéresser nos lecteurs, nous donnerons une idée des dispositions intérieures du *Télégraphe central de Londres.*

Le *Télégraphe électrique central* est situé dans la rue Lothbury, en face du mur extérieur de la Banque. Quand on entre dans l'établissement, on trouve d'abord une grande salle commune éclairée par le haut et contenant trois galeries superposées. Au milieu de la salle, règne une longue table divisée par des rideaux verts en six compartiments ou pupitres. C'est là que le public est admis à écrire les communications destinées à être expédiées par le télégraphe. Les messages doivent être inscrits sur une feuille de papier à lettre, dont près de la moitié est déjà remplie par une formule imprimée, avec des blancs destinés à recevoir le nom et l'adresse de l'expéditeur, celui de la personne à qui la communication est adressée, le prix du message et celui de la réponse, la date et l'heure de la réception de la dépêche, enfin la date et l'heure à laquelle la transmission a été commencée et terminée.

A mesure que les messages sont écrits, ils sont passés l'un

après l'autre, par un guichet vitré, dans une petite pièce nommée *bureau d'enregistrement.* Là on en prend note, et on les marque d'un numéro d'ordre; l'employé qui vient de faire cet enregistrement les place ensuite dans une petite boîte et tire le cordon d'une sonnette. Au même instant la boîte s'envole par une espèce de cheminée de bois et transporte son contenu à la partie supérieure de l'édifice dans la *salle des instruments.*

Si l'on rejoint la dépêche en suivant la voie plus lente, mais plus commode, de l'escalier, on arrive dans une assez grande pièce où se trouvent disposés huit appareils télégraphiques destinés à transmettre les messages dans les différentes directions. Chacun de ces appareils porte les noms de six ou huit stations avec lesquelles il correspond. Un employé suffit pour desservir trois de ces appareils.

Quand les différents messages sont arrivés à l'étage des instruments, on les place sur l'appareil qui doit en faire l'expédition, et le jeune garçon chargé de ce travail se met aussitôt à l'œuvre. Il commence par faire sonner, à l'aide du courant électrique, une petite sonnette, qui donne simultanément l'éveil à toutes les stations de la ligne. Mais tout en attirant ainsi l'attention des agents placés à chacune des stations, le bruit produit par les sonnettes cesse presque immédiatement partout, excepté à la station vers le nom de laquelle l'enfant dirige l'aiguille indicatrice. A ce signal, l'agent de cette station sait que le message qui va arriver n'est adressé qu'à lui, et, au moyen d'un signal correspondant, il fait savoir à la station de Londres qu'il est à son poste, prêt à recevoir la communication annoncée. Notre jeune garçon saisit alors de ses deux mains les deux manivelles qui font mouvoir les aiguilles, et se met à transcrire la dépêche, en faisant rapidement manœuvrer en divers sens cette poignée, qui imprime à ses aiguilles et à celles de son correspondant des mouvements saccadés désignant telle ou telle lettre de l'alphabet électrique. Le message, reçu à

la station où il a été envoyé, est immédiatement copié et porté à son adresse par un piéton attaché à l'établissement.

Les dépêches expédiées des différentes stations du royaume et aboutissant à Londres sont reçues dans la même *salle aux instruments*, dont nous venons de voir partir un message. La manœuvre pour la réception est tout aussi simple que celle de l'envoi. Deux employés se tiennent au-devant de l'appareil qui transmet la dépêche. L'un d'eux lit les mots à mesure qu'ils se présentent, et les dicte à son camarade. Cette dictée est si rapide que la plume a de la peine à la suivre. Quand un mot n'a pas été bien compris, l'employé en informe son correspondant par un signal particulier, et celui-ci recommence. La dépêche terminée, celui qui l'a reçue relit le manuscrit pour s'assurer qu'aucune erreur n'a été commise. L'heure et la minute de la réception sont notées; la copie est signée et elle descend au bureau d'enregistrement, où elle est transcrite sur un registre, et enfin envoyée à son adresse par un facteur.

Il nous reste à faire connaître les prix adoptés par la *Compagnie du télégraphe électrique* pour la transmission des dépêches. Ces prix, encore assez élevés, ont été jusqu'ici un obstacle à l'emploi très général du télégraphe électrique. Le tarif anglais devra subir de grandes réductions, si l'on veut que la correspondance électrique rende en Angleterre les services infinis qu'elle procure aujourd'hui en Amérique.

Le tarif anglais actuel n'admet que deux taxes, suivant la distance des stations. Dans la première classe on range les villes les plus rapprochées de Londres, pour lesquelles la taxe d'une dépêche de vingt mots est fixée à 3 fr. 25 c.; dans la seconde sont comprises les villes plus éloignées, et pour lesquelles la taxe est de 6 fr. 50 c. pour le même nombre de mots.

Liste des villes pour lesquelles la taxe est de **3** *fr.* **25** *c., en partant de Londres.*

Banbury.
Birmingham.
Brighton.
Buckingham.
Cambridge.
Chelmsford.
Cheltenham.
Chesterfield.
Colchester.
Coventry.
Dorchester.
Ely.
Glocester.
Gosport.
Hersford.
Leicester.
Lowestoff.
Macclesfield.
Melton.
Newmarket.
Norwich.
Oxford.
Peterborough.
Poole.
Portsmouth.
Rugby.
Southampton.
Stamford.
Tamworth.
Tring.
Winchester.
Wisebeach.
Wolwerton.
Yarmouth.

Liste des villes pour lesquelles la taxe est de **6** *fr.* **50** *c., en partant de Londres.*

Bangor.
Berwick.
Birkenhead.
Bradfort.
Burton.
Chester.
Conway.
Crewe.
Darlington.
Derby.
Durham.
Édimbourg.
Gateshead.
Glasgow.
Granton.
Haddington.
Halifax.
Harrogate.
Holyhead.
Hudersfield.
Hull.
Leeds.
Leith.
Lincoln.
Liverpool.
Malton.
Manchester.
Matlock.
Newcastle.
Narmanton.
Nottingham.
Rochdale.
Scarborough.
Sheffield.
Shields (South).
Stafford.
Stockport.
Stoke-on-Trent.
Sunderland.
Swinton.
Uttoneter.
Wakefield.
Walsall.
York.

Si la dépêche excède vingt mots, son prix est déterminé en ajoutant une demi-taxe pour chaque dix mots. Ainsi une dépêche composée de trente mots, de Londres à Liverpool, par

exemple, coûterait 9 fr. 75 c. ; une dépêche de quarante mots, 13 francs, etc. Il faut ajouter à ce prix le port du message au domicile du destinataire. Ce port est de 1 fr. 25 c., aux diverses stations de la province. Dans l'intérieur de Londres, le prix de la remise du message varie selon l'éloignement du quartier : 1 fr. 25 c. pour le premier mille, 1 franc de plus par chaque mille en sus (1).

Indépendamment de la transmission des messages particuliers, la *Compagnie du télégraphe électrique* a établi, au centre des principales villes du royaume, des bureaux où l'on peut recevoir et d'où l'on peut expédier à toutes les autres stations des renseignements et des communications de différente nature. Il y a, à chacune de ces stations, une salle pour les abonnés, dans laquelle on affiche sur des tableaux, au fur et à mesure qu'elles arrivent, toutes les informations d'un intérêt public ou commercial, telles que le cours de la bourse de Londres, les mercuriales des différents marchés, le prix courant des marchandises dans les principaux centres manufacturiers, l'état de la mer et de l'atmosphère pris à neuf heures du matin dans les divers ports, l'arrivée et le départ des navires, les sinistres de mer, les nouvelles du *sport* et du parlement, les nouvelles générales, etc. Les communications de cette nature sont confiées, dans l'établissement central de Londres, à un département spécial nommé *département des nouvelles*, distinct du *département des messages privés*, et qui a pour mission exclusive de fournir des nouvelles aux salles de souscription d'Édimbourg, de Glasgow, de Liverpool, de Leeds, de Manchester, de Hull, de Newcastle, etc. A sept heures du matin, tous les journaux de Londres sont apportés au chef de ce département, qui en extrait, pour être transmises sous

(1) Le mille terrestre anglais, comme le mille américain, est de 1 kilomètre 609,3 mètres.

forme abrégée, aux différentes stations provinciales, les informations qu'il juge devoir être plus particulièrement utiles à chacune d'elles. Les journaux de ces diverses localités attendent pour mettre sous presse l'arrivée des dépêches électriques, et c'est ainsi que le négociant de Manchester reçoit, à huit heures du matin, des nouvelles que le chemin de fer n'apporterait qu'à deux heures moins un quart, et qui ne parviendront à Édimbourg, par cette même voie, qu'à neuf heures et demie du soir. La plupart des journaux de la province ont des abonnements au télégraphe électrique de Londres pour recevoir instantanément les nouvelles de la journée. Il en résulte pour eux une avance notable sur les journaux de la capitale.

Telles sont les dispositions intérieures de l'établissement central du télégraphe électrique à Londres.

CHAPITRE VII.

La télégraphie électrique en France. — Lignes télégraphiques établies en Allemagne, en Belgique et en Italie.

Quand on se propose de faire connaître l'établissement de la télégraphie électrique en France, l'histoire de ses progrès en Amérique et en Angleterre est un préambule d'un assez fâcheux effet. A côté de l'initiative hardie, des expériences brillantes, des résultats magnifiques obtenus à l'étranger, il faut se résigner à signaler chez nous des essais tardifs, timides, embarrassés. A de telles comparaisons, l'amour-propre national court les risques de plus d'un mécompte.

Tandis qu'en Angleterre et dans le nouveau monde, la télégraphie électrique, grâce au génie de Wheatstone et de Morse,

se jouait de la distance et de l'espace, elle rencontrait en France une résistance obstinée. Enchaînée par ses habitudes de routine, notre administration fermait les yeux à la lumière des plus éclatants progrès. Sans la persévérance du savant qui eut la gloire de découvrir les phénomènes physiques sur lesquels repose le mécanisme du télégraphe électrique, il est probable que nous en serions encore à envier à nos voisins la possession de cet instrument merveilleux. C'est, en effet, à l'initiative d'Arago que nous sommes redevables de l'existence, dans notre pays, de la télégraphie électrique.

Au mois de juin 1842, le gouvernement présenta à la chambre des députés une demande de crédit pour perfectionner la télégraphie aérienne. Il s'agissait d'expériences de télégraphie nocturne, et si nous ne nous trompons, on se proposait d'essayer le système d'éclairage de M. Jules Guyot. M. Pouillet était rapporteur du projet. Dans un rapport de ce genre, il était difficile de se taire sur l'existence de la télégraphie électrique, dont les journaux étrangers apportaient par intervalles les plus étonnants récits. M. Pouillet en parla, en effet, mais ce fut pour déclarer que la télégraphie électrique n'était qu'une utopie brillante qui ne se réaliserait jamais. Une telle assertion, émise par un juge aussi compétent, semblait devoir retarder indéfiniment l'installation en France de la télégraphie électrique. Heureusement, Arago prit en main les droits de la science. Il énuméra les avantages de la télégraphie électrique, il fit connaître les admirables résultats obtenus en Amérique par les instruments de M. Morse, il prouva enfin qu'il était facile de créer en France des établissements analogues. Dès ce jour, les incertitudes, les résistances de l'administration durent cesser, et peu de temps après, le gouvernement envoyait en Angleterre M. Foy, administrateur en chef des lignes télégraphiques, avec mission d'y étudier les nouveaux appareils.

A la suite des rapports de M. Foy, le gouvernement s'entendit avec M. Wheatstone pour l'établissement, en France, d'une ligne de télégraphie électrique. On stipula le prix qui serait accordé à l'inventeur pour l'emploi de ses procédés et la fourniture des instruments. M. Wheatstone vint à Paris. Mais au moment de prendre les arrangements définitifs, des difficultés regrettables s'élevèrent inopinément. Arago et les savants français prétendaient que les lignes établies en Angleterre n'embrassaient pas une étendue suffisante pour décider *à priori* que les communications entre deux villes très éloignées, telles que Paris et le Havre, Paris et Lyon, pussent se faire sans aucune station intermédiaire; on exigeait donc des expériences spéciales. M. Wheatstone assurait, au contraire, que tout essai de ce genre était superflu, parce qu'il avait expérimentalement prouvé que le télégraphe électrique peut transmettre une dépêche à cent quarante lieues de distance sans aucune station intermédiaire. Les doutes de nos savants blessèrent un inventeur que huit années de travaux et de triomphes incontestés semblaient devoir affranchir d'un pareil contrôle. Ces premières difficultés en amenèrent d'autres; bref, le conflit dégénéra en rupture. La commission instituée par le gouvernement pour l'établissement d'une ligne télégraphique de Paris à Rouen, crut pouvoir se passer des lumières du physicien anglais, et M. Wheatstone quitta Paris.

Pour l'avenir de nos établissements de télégraphie électrique, il ne pouvait rien arriver de plus fâcheux. On va voir, en effet, à quels regrettables errements s'est laissé entraîner la commission livrée à ses seules lumières, et privée du concours du savant illustre qui a doté l'Angleterre de son système actuel de télégraphie.

Il y avait bien des manières d'établir en France la télégraphie électrique. On pouvait adopter l'appareil américain, dont la pratique attestait tous les jours la parfaite convenance. On

pouvait employer le système à cadran. On pouvait prendre, en les modifiant, les combinaisons mécaniques adoptées par M. Steinheil ou par M. Jacobi, dans les télégraphes construits par ces savants en Allemagne et en Russie. La commission repoussa tout cela. M. Foy, qui présidait la commission, et qui paraît avoir eu la haute main dans la direction de ses travaux, s'arrêta à l'idée étrange et bizarre de *faire exécuter par le télégraphe électrique les signaux ordinaires du télégraphe aérien.* Comment une idée pareille a-t-elle pu être accueillie par une commission formée d'hommes instruits et familiers avec toutes les difficultés et les exigences de la télégraphie électrique? Nous l'ignorons; toujours est-il que le projet de M. Foy fut adopté. M. Breguet construisit deux petits télégraphes longs de quelques pouces, mis en action, grâce à un mécanisme d'horlogerie, par le courant voltaïque. On plaça ces deux appareils aux deux extrémités de la ligne; on tendit deux fils métalliques aboutissant à chacune des ailes de ces télégraphes, et, après de très longs essais préalables, ce système fut définitivement installé le 9 décembre 1844. Il fonctionne aujourd'hui sur toutes nos lignes.

On se serait proposé de chercher le plus imparfait de tous les systèmes de télégraphie électrique, certes on n'aurait pas trouvé mieux. Nous allons essayer de le prouver.

En premier lieu, le télégraphe Foy-Breguet exige l'emploi de deux courants voltaïques et de deux conducteurs, au lieu d'un seul courant et d'un seul fil que présentent presque tous les appareils employés aujourd'hui. En effet, pour faire agir une des branches de ce petit télégraphe aérien, il faut une pile, un courant, un fil conducteur, un mécanisme d'horlogerie formant les signaux; pour faire agir l'autre branche, il faut une autre pile, un autre courant, un autre conducteur, un autre mécanisme d'horlogerie. Il faut faire travailler côte à côte ces deux appareils jumeaux, qui cependant sont indépendants l'un

de l'autre. On comprend tous les inconvénients qui découlent de cette malencontreuse complication. Les dépenses sont doublées ; mais ce qu'il y a de plus grave, c'est que les chances d'erreurs sont illimitées par suite des embarras continuels qu'amène la manœuvre de ces deux instruments isolés et cependant liés entre eux.

Un autre inconvénient du système de M. Foy, et qui a tout autant de gravité que le précédent, c'est que le nombre des signaux est excessivement restreint. Quand on voit manœuvrer ces télégraphes en miniature, on est assez naturellement porté à croire qu'ils reproduisent fidèlement tous les signaux de l'instrument de Chappe ; c'est là cependant une erreur qu'un peu d'attention fait reconnaître. Les télégraphes de M. Foy ne donnent que tout juste la moitié des signaux consacrés à la correspondance du télégraphe aérien. Ceci exige, pour être compris, une courte explication. Le télégraphe de Chappe se compose, nous l'avons dit, de *trois pièces mobiles :* le régulateur et les deux ailes. Les ailes peuvent prendre quarante-neuf positions ; ces quarante-neuf combinaisons graphiques sont vues sous deux aspects différents, selon que le régulateur est porté à l'oblique de gauche : de là, deux fois quarante-neuf ou quatre-vingt-dix-huit signaux dans la télégraphie aérienne. Or, le télégraphe électrique de M. Foy ne possède que *deux pièces mobiles*, les ailes. En effet, le régulateur, qui n'existe que pour la forme, est *fixé dans la position horizontale*, au lieu d'être mobile autour de son point d'appui, comme dans le télégraphe de Chappe. Ce régulateur ne peut donc plus servir, comme celui du télégraphe aérien, à doubler, par ses deux positions, le nombre des combinaisons qui résultent de la situation des ailes. Le télégraphe électrique de M. Foy reproduit très bien les quarante-neuf signaux du télégraphe aérien, dans lesquels le régulateur est horizontal ; mais il ne peut représenter un seul des signaux dans lesquels le régulateur est oblique ou vertical.

Le vocabulaire du télégraphe de Chappe destiné à la composition des dépêches se compose, comme nous l'avons vu, de quatre-vingt-dix-huit figures. Le télégraphe Foy-Breguet ne donne que quarante-neuf de ces figures; il ne fournit donc que la moitié des signaux qui forment le vocabulaire de la télégraphie aérienne.

Ces remarques critiques contre l'appareil Foy-Breguet ont été, à diverses reprises, développées par nous dans la presse et dans diverses publications. Depuis l'adoption de ce système en France, les avertissements n'ont pas manqué, sous ce rapport, à l'administration des télégraphes. L'expérience n'a pas manqué, d'ailleurs, de démontrer la vérité et la justesse de ces critiques. En effet, tant que l'emploi de la télégraphie nouvelle resta, parmi nous, limité à une sphère peu étendue, les appareils Foy-Breguet purent suffire aux faibles exigences de ce service. Mais lorsque, par suite de la création successive d'un grand nombre de lignes nouvelles, la télégraphie électrique a reçu, dans notre pays, une extension immense, les vices, les inconvénients, les difficultés de tout genre qui découlaient de ce système, se sont produits avec une évidence irrécusable. Par suite de l'impérieuse nécessité des faits, l'administration française a été obligée de faire elle-même un premier pas dans l'abandon du système qu'elle avait créé.

Le but que l'on s'était proposé en construisant l'appareil Foy-Breguet était, comme nous l'avons dit plus haut, de conserver pour l'usage de la télégraphie électrique l'emploi des signaux de la télégraphie aérienne. Cette combinaison du système ancien et du procédé nouveau aurait offert, à une certaine époque, quelques avantages, si l'on avait pu la réaliser complétement. Mais on n'avait pas même pu y réussir, puisque l'appareil employé pour reproduire électriquement les signaux de la télégraphie aérienne ne donnait, comme nous l'avons dit, que la moitié des signaux du vocabulaire aérien, ce qui faisait naître

des difficultés considérables pour la transmission des dépêches.

Ces difficultés ont été si sérieuses, que peu d'années après son installation sur nos lignes, on a été obligé de modifier profondément le mode d'emploi du télégraphe de M. Foy. On renonçait à lui faire exprimer, ainsi qu'on l'avait voulu à l'origine, les signaux du vocabulaire de la télégraphie aérienne, et l'on se bornait à choisir parmi les signes qu'il peut donner, 24 positions destinées à représenter les 24 lettres de l'alphabet. On transformait ainsi en un simple télégraphe alphabétique l'instrument qui avait été créé dans la vue spéciale de servir à l'emploi du vocabulaire aérien.

Mais du moment que l'on se décidait à se servir d'un télégraphe simplement alphabétique, il n'existait plus de motifs pour conserver un appareil qui exigeait, pour la formation des signaux, l'emploi de deux fils conducteurs et de deux appareils mécaniques. Il fallait nécessairement en revenir aux appareils généralement adoptés où l'on ne fait usage que d'un seul conducteur.

Cette résolution a heureusement fini par prévaloir. Un décret du 11 juin 1854, qui introduisait divers changements dans l'organisation générale de l'administration des télégraphes, a fait connaître officiellement la nécessité d'apporter au matériel du service des améliorations reconnues indispensables. A la suite de ce décret, l'abandon des appareils Foy-Breguet a été adopté en principe. Seulement, comme il était impossible de réformer du jour au lendemain un matériel dont la valeur pouvait s'élever à 1,500,000 francs, on a conservé les appareils existant alors, et l'on s'est borné à construire dans un autre système les appareils nouveaux. Dans le moment actuel, le télégraphe Foy-Breguet est encore en usage pour les dépêches du gouvernement qui exigent un vocabulaire secret. Mais ce télégraphe n'est plus employé pour le service du public, ni pour les dépêches internationales.

Quel est le système nouveau que la télégraphie française a adopté, après un examen approfondi de tous les appareils de ce genre qui existent actuellement en Europe? C'est le télégraphe américain, l'appareil de M. Morse, sans modification importante.

Les considérations qui ont motivé, de la part de l'administration française, le choix du système Morse sont, à notre sens, parfaitement fondées. En premier lieu, et c'est là une raison sans réplique, ce système tend à être universellement adopté. Il règne sans partage aux États-Unis et dans les autres parties de l'Amérique où a pénétré la nouvelle télégraphie. En Europe, il fonctionne dans l'Allemagne, la Belgique et la Suisse. Or, il importe au plus haut degré, pour faciliter la transmission des dépêches internationales, que les divers États européens s'accordent à faire usage d'un même appareil télégraphique. C'était donc déjà obéir à une sage pensée que d'adopter un système qui réunissait en sa faveur le suffrage des principaux États de l'Europe.

On peut ajouter, comme considérations d'ordre secondaire, qui ont motivé l'adoption de l'appareil américain, l'avantage précieux qu'il présente de transmettre l'électricité à des distances très considérables sans aucune interruption dans le fil conducteur, condition que ne remplissent point tous les systèmes rivaux. Un dernier avantage de l'appareil Morse, c'est qu'il a pour résultat de laisser une impression matérielle de nature à être conservée. Comme l'instrument transcrit lui-même sur le papier la dépêche envoyée par le correspondant, on peut conserver le texte authentique du message, et si une erreur s'est glissée dans la traduction ou la transmission d'une dépêche, reconnaître celui des employés qui a commis l'erreur.

Conformément à la loi du 29 novembre 1850, le télégraphe électrique a été mis, en France, depuis le 1er mars 1851, à la

disposition du public (1). C'est au ministère de l'intérieur que se trouve le bureau central des dépêches de la télégraphie privée. Au fond de la grande cour du ministère, sous le télégraphe qui la décore, existe une grande voûte servant de passage; c'est à droite de cette voûte, au bout d'un corridor obscur, que l'on trouve une petite salle consacrée au service de la télégraphie privée. Cette pièce est divisée en deux parties par une cloison grillée et vitrée; derrière ce vitrage, trois ou quatre employés attendent le public. Tout se passe là assez bourgeoisement. Un employé vous présente une feuille de papier blanc sur laquelle vous inscrivez, en termes aussi laconiques que possible, votre missive, que vous signez et dont vous acquittez le prix. La dépêche est ensuite portée dans la pièce suivante, où se trouvent les appareils télégraphiques, et transmise immédiatement à sa destination.

Comme il était facile de le prévoir, l'usage de la télégraphie privée a pris, en France, une extension rapide. Les chiffres suivants représentent sa progression depuis son établissement en 1851. Dans les deux derniers mois de 1851, on a transmis 9,014 dépêches privées. En 1852, ce nombre s'est élevé à 48,105. Sur ce dernier nombre, les dépêches envoyées de Paris étaient de 19,425. Les recettes des bureaux de télégraphie privée se sont élevées, en 1851, à 76,722 francs; celles de 1852 ont atteint 452,225 francs; celles de 1853 se sont élevées à un million; enfin on estime qu'en 1856 les recettes de l'administration des lignes télégraphiques monteront à 4 millions et demi, bien que les dépêches officielles, dont le nombre s'est sensiblement accru par les nécessités de la guerre, occupent les lignes pendant une grande partie du jour et restreignent par conséquent la transmission des dépêches taxées.

(1) Voyez à la fin du volume (Note IX) le texte de la loi actuelle sur la télégraphie privée.

Le développement rapide qu'a pris à Paris le service de la télégraphie privée a nécessité l'établissement de plusieurs succursales de ce bureau central. L'une de ces stations supplémentaires est placée dans la rue Richelieu, en face de la Bourse, dans un lieu voisin du centre des affaires. On y reçoit, comme au bureau du ministère de l'intérieur, les dépêches envoyées par les particuliers. Deux autres sont établies aux embarcadères des chemins de fer d'Orléans et du Nord. Enfin on en trouve deux autres à l'administration centrale des postes et au palais du Luxembourg.

Indépendamment de cet établissement placé sous la direction de l'État, il existe à Paris diverses entreprises industrielles connues sous le nom d'*offices télégraphiques*, qui ont pour but de recevoir, par la voie des télégraphes électriques étrangers et par le télégraphe français, des nouvelles des points les plus importants de l'Europe. Les agents de ces établissements vont tous les jours recevoir, au bureau du télégraphe public, les dépêches que leur expédient leurs correspondants de l'étranger. Nos journaux ont des abonnements aux *offices télégraphiques*, et c'est par cette voie que les cours des principales bourses de l'Europe, et les nouvelles politiques ou commerciales, sont mis aujourd'hui sous les yeux du public. Le cours de la bourse d'Autriche, expédié de Vienne à quatre heures de l'après-midi, est ainsi connu à Paris dans la soirée.

Nous nous étions attaché, dans les éditions précédentes de cet ouvrage, à présenter l'état de la télégraphie électrique en France, et à donner la liste des villes qui ont été reliées successivement par des fils électriques. Ce tableau devient aujourd'hui inutile, puisqu'il est assez connu que la télégraphie électrique est établie aujourd'hui sur toutes nos lignes de chemins de fer, ce qui nous dispense de toute énumération. Le 1er janvier 1855, la longueur des fils servant à la transmission des dépêches était de 9,244 kilomètres; à la fin de l'année 1855, il s'élèvera à

10,000 kilomètres, et 170 stations télégraphiques fonctionneront pour la correspondance privée. Non-seulement toutes les préfectures, mais un nombre considérable de sous-préfectures seront reliées au réseau télégraphique. On songe à étendre les bienfaits des communications nouvelles à d'autres points encore, et l'on arrivera probablement à donner un bureau de correspondance à toutes les sous-préfectures situées sur le parcours des lignes télégraphiques.

Quant au tarif de la transmission des dépêches, il se résume par un article de la loi du 22 juin 1854, qui porte que, pour une dépêche de un à vingt-cinq mots, il est perçu un droit *de deux francs dix centimes par myriamètre de distance*. Au-dessus de vingt-cinq mots, cette taxe est augmentée d'un quart pour chaque dizaine de mots excédant.

Pour compléter le relevé de l'état actuel de la télégraphie électrique dans les deux mondes, nous jetterons un regard rapide sur l'ensemble des lignes électriques qui fonctionnent en ce moment en Allemagne, en Belgique et en Italie.

La télégraphie électrique est assez avancée en Allemagne, car ce pays suivit, un des premiers, la voie si heureusement ouverte par le génie américain. C'est, en effet, en Prusse que fut établie la première correspondance connue de télégraphie électrique. En juillet 1837, M. Steinheil établit à Munich une communication électrique entre son observatoire et un faubourg de Munich, sur une distance de plus d'une lieue (1). Ce fut là la première réalisation pratique, faite en Europe, du nouveau procédé de communication qui devait prendre bientôt une extension si rapide.

La première ligne allemande fut installée dans le duché de Hesse, entre Mayence et Francfort. Le succès de cette ligne

(1) Voyez à ce sujet une note intéressante de M. Steinheil, dans les *Comptes rendus de l'Académie des sciences* du 10 septembre 1838.

éveilla l'attention du gouvernement prussien, qui mit à profit le nouveau procédé télégraphique, pour lier le palais de Berlin avec celui de Potsdam. Aujourd'hui, le réseau télégraphique de la Prusse est de plus de six cents lieues; sa longueur est presque double de celle du réseau français. Voici la liste des principales lignes qui se trouvaient établies en Prusse au mois de juin 1850 :

1° De Berlin à Francfort, 180 lieues;

2° De Berlin par Cologne à Aix-la-Chapelle, par Potsdam, Magdebourg, Ochsers-Leben, Brunswick, Hanovre, Minden, Hamm, Dusseldorf, Deutz, Cologne et Aix-la-Chapelle, 190 lieues;

3° De Dusseldorf à Elberfeld, 8 lieues;

4° De Berlin à Hambourg, par Wittemberg, Haguenau, Hambourg, 76 lieues;

5° De Berlin à Stettin, 36 lieues;

6° De Berlin à Oderberg (ville frontière de l'Autriche), par Francfort, Liegnitz, Breslau, Oppeln, Kosel, Ratibor et Oderberg, 144 lieues;

7° De Halle à Leipzig, et de Leipzig à Berlin et Francfort, 200 lieues;

8° De Berlin à Kœnigsberg, communiquant avec Stettin et Swinemunde.

Le système adopté en Prusse est le télégraphe à cadran et à vocabulaire alphabétique, assez heureusement modifié par M. Siemens, de Berlin. La plus grande partie des fils est enfermée sous le sol, le reste est disposé sur le bord des grandes routes.

L'Autriche est en possession des lignes suivantes :

1° De Vienne à Prague, par Olmutz, 122 lieues;

2° De Vienne à Brünn, par Prague, 108 lieues;

3° De Vienne à Presbourg, 18 lieues;

4° De Vienne à Oderberg, par Prévau, 75 lieues;

5° De Vienne à Trieste, par Bruck, Cilly et Laybach, 146 lieues;

6° De Vienne à Salzbourg, par Linz, et communiquant avec les lignes télégraphiques de Bavière, 80 lieues;

7° De Prague aux frontières de Saxe, et des frontières à Dresde;

8° D'Oderberg à Cracovie; de Salzbourg à Inspruck; d'Inspruck à Bregenz; d'Inspruck à Botsen; de Steenbruck à Agram.

Les lignes établies en Saxe sont :

1° De Leipzig à Hof, 48 lieues;

2° De Leipzig à Dresde, 32 lieues;

3° De Dresde à Kœnigsten, 8 lieues;

4° De Dresde aux frontières de la Bohême, 14 lieues;

5° De Dresde à Hof, 48 lieues.

Les lignes de la Bavière sont établies :

1° De Munich à Salzbourg, 38 lieues;

2° De Munich à Augsbourg, 16 lieues;

3° D'Augsbourg à Hof, par Nuremberg et Bamberg, 100 lieues;

4° De Bamberg à Francfort, par Wurzbourg et Aschaffenbourg, 64 lieues.

L'Allemagne a encore quelques autres lignes : celles de Menhein à Bâle, d'Aix-la-Chapelle aux frontières de la Belgique; de Hambourg à Cuxhaven, et de Brême à Bresnerhaven.

Les conditions libérales accordées aux États-Unis pour l'exploitation du télégraphe électrique n'ont pas été imitées en Allemagne. En Prusse et en Autriche, ce moyen de correspondre est la propriété exclusive et le privilége de l'État; cependant le gouvernement le met, sous son contrôle et sous sa surveillance, au service du public.

Les télégraphes électriques qui existent en Hollande et en

Belgique sont soumis aux mêmes conditions. Le télégraphe électrique belge est mis à la disposition des particuliers. Le tarif belge pour la transmission des dépêches est le suivant :

De Bruxelles à	Malines, de 1 à 20 mots. .	2 fr.	50
—	Anvers	2	50
—	Gand.	2	50
—	Ostende.	2	50
—	Liége.	7	50
—	Verviers.	2	50
—	Quiévrain.	7	50

En Hollande et en Belgique, la télégraphie électrique n'a reçu encore qu'une extension assez faible; elle suffit néanmoins pour que, dans ce moment, Londres, Vienne, Berlin et Bruxelles, soient rattachés par un lien électrique.

L'Italie n'est pas restée tout à fait en arrière des autres nations de l'Europe dans l'adoption du nouveau moyen de correspondance. Elle a créé quelques lignes qui sont encore d'un faible parcours, mais qui ne tarderont pas à s'étendre sur les nombreux chemins de fer auxquels on travaille en ce moment avec activité dans les divers États italiens. Les lignes électriques ont été installées en Toscane, en 1847, sous la direction de l'habile physicien, M. Matteucci. Elles existent :

1° De Florence à Livourne;

2° D'Empoli à Sienne;

3° De Pise à Lucques;

4° De Florence à Patro.

Ces lignes n'embrassent qu'une étendue de 120 milles italiens, ou environ 60 lieues.

CHAPITRE VIII.

Le télégraphe sous-marin. — Expérience de M. Walker sur la propriété isolante de la *gutta-percha*. — Pose du fil télégraphique entre Douvres et Calais en 1850. — Reprise et fin des travaux en 1851. — Télégraphe sous-marin entre l'Angleterre et l'Irlande, entre l'Angleterre et la Hollande, entre l'Angleterre et la Belgique. — Télégraphe sous-marin entre la France et l'Algérie. — Télégraphe sous-marin de Varna à Sébastopol à travers la mer Noire. — Projet de télégraphe sous-marin entre l'Europe et l'Amérique.

Nous n'avons encore parlé que des télégraphes électriques établis sur la terre; nous n'avons considéré jusqu'ici que ces fils métalliques élevés dans l'espace, et abrités par la masse non conductrice de l'air, contre la déperdition du fluide pendant le trajet. Il nous reste à faire connaître l'entreprise extraordinaire qui a eu pour résultat de créer des communications du même genre à travers l'Océan, c'est-à-dire au milieu de la substance la moins propre, en raison de son extrême conductibilité électrique, à servir au fluide de moyen de transmission. Considérée longtemps comme un beau rêve, cette œuvre glorieuse a été enfin réalisée avec un complet bonheur, et maintenant plusieurs contrées, séparées les unes des autres par la mer sur une distance considérable, sont en relation électrique continue, et correspondent d'une manière instantanée, comme si elles n'étaient séparées que par un intervalle de quelques lieues.

La théorie démontrait qu'il serait possible d'établir des communications électriques à travers l'Océan. Quelle que soit la conductibilité électrique de l'eau chargée de sels qui occupe le bassin des mers, un fil métallique n'a besoin pour la franchir, sans laisser disséminer l'électricité qui l'anime, que d'être revêtu sur toute son étendue d'une enveloppe isolante. Mais les

difficultés pratiques étaient immenses pour la réalisation de ce projet, car les substances de nature à servir de fourreau isolateur étaient toutes d'un prix élevé ou éminemment cassantes. Une matière nouvelle qu'a apportée en Europe la mission envoyée en Chine par le gouvernement français, la *gutta-percha*, vint fournir la substance si longtemps cherchée. La *gutta-percha* est un corps qui ressemble beaucoup au caoutchouc, mais qui a sur lui l'avantage, capital dans le cas qui nous occupe, d'être éminemment mauvais conducteur de l'électricité. M. Walker, en Angleterre, fut le premier à saisir l'importance des applications que l'on pourrait faire de la gutta-percha à l'isolement des fils d'un télégraphe. Il comprit que cette nouvelle substance allait offrir un moyen parfait pour l'établissement d'un fil télégraphique à travers les liquides, et l'idée à peine conçue, il se hâta de la soumettre à l'expérience. Le 10 janvier 1849, un premier essai, tout incomplet qu'il fut, suffit pour faire voir l'immense parti que l'on pourrait tirer de la gutta-percha dans la télégraphie sous-marine. M. Walker raconte ainsi l'expérience intéressante qui l'amena à cette conclusion.

« J'avais choisi, dit M. Walker, deux milles de cuivre n° 16, garni de gutta-percha, et j'avais éprouvé moi-même le tout sous l'eau, bout par bout, ainsi que les divers joints. Après l'avoir enroulé sur une espèce de dévidoir de bois, on le porta à Folkstone.

» La description du port de Folkstone rendra plus clairs les détails de l'expérience. Un embranchement d'environ un mille de longueur descend de la ligne principale du chemin de fer au port, traversant la station sur un pont mobile. Le bureau du télégraphe est dans la dernière pièce des bâtiments, au delà de la station. Je plantai dans les sables un poteau plus élevé que la marque de l'eau, et qui me servit à établir un fil du bureau du télégraphe au bord de la mer. Le 9, au soir, j'essayai, pour la dernière fois, la conductibilité du fil en plaçant le dévidoir sur le sable et faisant communiquer le fil recouvert avec le fil venant de Londres. Alors, l'eau à nos pieds et à la lueur des lampes, au milieu d'un groupe

mêlé et étonné de pêcheurs, de matelots, d'officiers et d'autres, nous reconnûmes que le circuit était bon, car nous pûmes entretenir une conversation avec les employés de Londres.

» Notre intention était de prendre le lendemain le dévidoir dans un petit bateau, de nous placer à peu près en ligne directe de la plage, de dévider et d'immerger notre fil tout en avançant, et d'attendre à l'ancre l'arrivée du train de Londres; alors le paquebot, avec nos amis et l'appareil télégraphique sur le pont, serait venu nous prendre avec le bout du fil. Mais l'aspect du temps changea dans la nuit; le vent s'éleva, et la mer devint si houleuse, que non-seulement c'eût été un essai stérile, pour des hommes qui ne sont pas marins, que de faire des recherches physiques sur un parquet aussi mal assuré qu'un bateau secoué par les vagues, mais qu'il eût été impossible d'éviter la rupture du fil. Alors donc, au lieu que le paquebot vînt retrouver le bateau, celui-ci s'en alla seul, fila le fil, et ramena le bout à la plage. Le fil le plus élevé des quatre fut continué, en ligne directe de sa terminaison actuelle, par le fil de gutta-percha, que l'on conduisit dans la mer plus loin que la jetée, et que l'on fila devant le port; il passait à l'entrée du port et aboutissait à l'instrument qui était sur le pont du paquebot amarré le long de la jetée, à l'endroit où on le voit dans le dessin. Ainsi les conditions de l'expérience étaient les mêmes, bien que l'effet ne fût pas aussi frappant que si le paquebot eût été en pleine mer avec l'extrémité du fil.

» Il avait été entendu d'avance que ce jour-là le travail du télégraphe se ferait sur un fil n° 2, et que le n° 1 resterait libre pour ces expériences. Le bout du fil de Folkstone, comme je l'ai dit, était soudé au fil submergé dont l'autre bout communiquait alors avec un instrument à simple aiguille, qui était sur le pont, et le circuit se complétait par une plaque de terre qui était dans la mer.

» Ces opérations se firent en présence de nos invités, qui se trouvaient à bord; il ne s'était pas fait de *répétition*, et le fil se trouvait battu par les flots contre la jetée. J'avoue que je n'étais pas fort à l'aise d'avoir tant de témoins, venus de si loin, pour assister à une expérience dont le premier essai allait être fait en public; je redoutais quelque circonstance fatale. Tout étant prêt, je pris la poignée de l'instrument, et je fis la lettre L, signal d'appel de Londres; on eut instantanément connaissance du signal, et, à midi trois quarts, la première dépêche passa sous le

canal britannique, en ligne directe pour Londres; elle portait : « M. Walker au directeur : — Je suis à bord de la *Princesse Clémentine* : j'ai réussi. » Immédiatement une correspondance fut établie. Il s'échangea des communications avec d'autres stations de la ligne principale, et, après quelques heures d'immersion, le fil fut retiré sain et sauf. Il est maintenant placé dans le tunnel de Merstam, et a servi depuis à l'envoi de toutes nos dépêches importantes de Londres (1). »

Cette expérience intéressante de M. Walker établissait suffisamment les avantages de la gutta-percha pour l'isolement d'un fil électrique sous-marin. Cependant ce n'était pas à M. Walker, mais à l'un de ses habiles compatriotes, M. Jacob Brett, qu'il était réservé d'exécuter cette belle entreprise.

Par une faveur toute spéciale, M. Jacob Brett obtint du gouvernement français le privilége exclusif de l'exploitation du télégraphe électrique qui serait établi entre Douvres et Calais. Un décret, en date du 10 août 1849, accorda à M. Brett le droit privilégié d'exploiter pendant une durée de dix ans à partir du 1er septembre 1850, la communication télégraphique entre l'Angleterre et la France. Cette autorisation obtenue, une compagnie anglo-française se forma pour mettre le projet à exécution. Un fil de cuivre d'une longueur continue de 45 kilomètres, recouvert d'une enveloppe de gutta-percha de 6 millimètres et demi d'épaisseur, fut préparé pour servir de conducteur entre les deux villes. Les points choisis pour l'immersion du fil étaient : la côte de Douvres en Angleterre ; en France, le cap Grinez, situé à sept lieues de Douvres, entre Boulogne et Calais.

Tout étant prêt, le 28 août 1850, le bateau à vapeur anglais le *Goliath* sortit du port de Douvres pour se rendre à l'extrémité de la jetée. On avait disposé au milieu du bateau un

(1) *Manuel de télégraphie électrique*, par M. Walker, directeur des télégraphes de la compagnie du Sud-Est, en Angleterre.

immense treuil autour duquel s'enroulait toute la longueur du fil métallique recouvert de son fourreau de gutta-percha. Sur le bâtiment se trouvaient, M. Jacob Brett, MM. Wollaston et Crampton, ingénieurs chargés de l'exécution des appareils, MM. Francis Edwards, Reid et quelques autres savants ou principaux actionnaires de l'entreprise. La première opération devait consister à amarrer solidement le fil conducteur sur la côte. La portion du fil destinée à reposer sur le sol était contenue dans une enveloppe de plomb de la longueur de 300 mètres, afin de la préserver du frottement contre le rivage. Cette opération terminée, et le bout du câble solidement fixé sur la terre, le *Goliath* se dirigea vers le cap Grinez. Au signal de *laissez tomber*, l'opération du dévidement et de la pose du fil commença. Le conducteur venait porter, au sortir du treuil, sur un rouleau de bois placé à l'avant du bateau; on le retenait de temps en temps, pour en lester les portions successivement immergées. A cet effet, on le chargeait de poids de plomb de 8 à 12 kilogrammes, destinés à l'entraîner au fond de la mer; le nombre de ces poids était de vingt-quatre à quarante-huit par lieue.

Les deux opérations du déroulement du fil et de son chargement s'exécutèrent avec une précision étonnante. Le *Goliath* était précédé d'un autre bateau à vapeur, le *Widgeon*, qui indiquait, par des bouées flottantes, la ligne à suivre. La profondeur de l'eau aux points choisis pour la submersion variait de 10 à 75 mètres. Tout en se dévidant et allant se fixer ainsi sur le fond de la mer, le fil conducteur était entretenu en communication constante avec la station de Douvres, et servait à envoyer et à recevoir des dépêches qui indiquaient les phases successives de la submersion.

Aux abords de la station de Douvres, se pressaient un nombre immense de curieux, avides de suivre, de minute en minute, la marche de l'opération. L'enthousiasme fut grand dans

cette foule palpitante d'émotion et d'anxiété, lorsque, à huit heures du soir, une dépêche télégraphique partie du cap Grinez, sur la côte de France, vint annoncer à Douvres l'heureuse fin de ce travail.

Pendant les jours suivants, un échange de correspondance s'établit entre les deux points unis par le magique lien. Mais, hélas! quelques jours après, une dépêche partie de Douvres ne parvenait pas à sa destination; le télégraphe restait muet, la dépêche s'était noyée dans le détroit. On reconnut bientôt que le fil s'était brisé près des côtes de France. Là se trouvent des rochers constamment battus par les vagues et des écueils dangereux. On avait cru que le tube de plomb enveloppant le fil le préserverait des chocs résultant de l'action des lames contre les rochers situés près du rivage; mais ce moyen de défense n'avait pas suffi.

Cet accident, qu'il eût été facile de prévenir, compromit le succès de cette grande entreprise et amena la dissolution de la société formée par M. Jacob Brett. Cependant, dix mois après, une compagnie nouvelle, autorisée par charte royale, était constituée avec un capital de 2,500,000 francs. Un nouveau fil fut construit, qui présentait cette fois des conditions rigoureuses de solidité. Cet appareil, qui devait réunir à une résistance considérable assez de souplesse pour s'enrouler sans peine autour d'un treuil, était disposé de la manière suivante. Quatre fils de cuivre de la grosseur d'un fil de sonnette ordinaire, contenus dans une gaîne de gutta-percha, étaient entrelacés avec quatre cordes de chanvre, et le tout était réuni par un mélange de goudron et de suif, de manière à former un cordon unique d'environ 3 centimètres de diamètre. Une seconde corde de chanvre pareille à la précédente, sauf l'absence des fils de cuivre, enveloppait la première et lui servait de fourreau. Enfin, pour préserver de rupture l'appareil intérieur, le tout était fortement serré au moyen de dix fils de fer galvanisés. Ce

système composait une sorte de câble métallique, souple et solide à la fois, offrant quatre pouces et demi de diamètre. Il avait été construit dans les ateliers de M. Bloke, à Wapping, et coûtait plus de trois cent mille francs.

MM. Wollaston et Crampton, les deux ingénieurs chargés par la compagnie d'exécuter toutes les opérations relatives à l'installation du télégraphe sous-marin, choisirent pour le point d'arrivée du fil sur la côte de la France, une dune située près du village de Sangatte, à une lieue et demie de Calais. Enfoui dans le sable à sa sortie de la mer, le conducteur devait cheminer sous terre jusqu'à la station de Calais. Le point choisi sur la côte anglaise fut le cap de Southerland, près de Douvres. Le bout du câble, enfermé dans un tuyau, descend perpendiculairement sous le sol par un puits creusé dans la falaise, et se dirige ensuite vers la mer par un petit tunnel formant un angle droit avec le puits; il s'avance de cette manière jusqu'à une assez grande distance dans la mer et se trouve ainsi préservé du choc des lames qui déferlent sur la plage.

Ces dispositions parfaitement entendues faisaient présager le succès qui couronna l'entreprise. Le 24 septembre 1851, le câble métallique fut enroulé sur le bateau à vapeur le *Blazer*, autour d'un vaste treuil où il formait un énorme cylindre de 10 mètres de hauteur. Le lendemain, au point du jour, l'opération de la pose du fil commença sous la direction de MM. Wollaston et Crampton. Dans la soirée, le conducteur était déroulé tout entier, et reposait sur le fond de la Manche. Mais l'opération terminée, on reconnut avec douleur que la longueur du fil avait été mal calculée et que son extrémité s'arrêtait à près d'un kilomètre de la côte de France. La nuit arriva; la mer était mauvaise, le câble exerçait sur le bateau à vapeur une traction violente qui menaçait à chaque instant de le faire chavirer; il fallut se décider à abandonner le fil à lui-même. On attacha donc une bouée à son extrémité, et on le laissa tomber, non

sans appréhensions, au fond de la mer. On prit sur-le-champ les dispositions nécessaires pour préparer en toute hâte un bout de câble provisoire. Ce câble supplémentaire ne fut terminé que le jour suivant. Tout faisait craindre que l'agitation de la mer et le choc des vagues contre le câble, abandonné deux jours au fond de la mer, n'eussent fait perdre le fruit de tant de travaux. Heureusement la bouée fut retrouvée à sa place, retenant encore parfaitement intacte l'extrémité du câble métallique. On hissa à bord ce bout libre. Une dernière fois, on essaya de tirer sur le conducteur, de manière à le rapprocher des côtes de France. N'ayant rien pu obtenir par ce moyen, on se contenta d'attacher fortement au câble la corde provisoire préparée la veille : c'était un petit câble enveloppé d'un mélange de goudron et de gutta-percha, et renfermant dans son intérieur quatre fils de cuivre qui furent soudés aux fils du câble principal. On put ainsi atteindre le cap de Sangatte. Aussitôt des dépêches furent échangées entre Calais et Douvres; les appareils transmirent les communications avec une entière facilité.

Pendant la semaine suivante, on s'occupa de fabriquer le bout de câble définitif nécessaire pour compléter le conducteur : ce morceau supplémentaire fut substitué à la corde provisoire, et le 13 novembre 1851, s'effectua l'intéressante cérémonie de l'inauguration du télégraphe sous-marin. Ce jour-là, le courant électrique, parti du rivage français, vint mettre le feu à un canon placé sur le rempart de Douvres. Une correspondance s'établit immédiatement entre la station anglaise et les bureaux du ministère de l'intérieur à Paris, et l'on célébra à Douvres, dans un banquet solennel, le succès de cette merveille de notre siècle. La première dépêche électrique expédiée d'Angleterre à travers l'Océan fut déposée entre les mains du Président de la République française, juste hommage rendu au prince éclairé dont le persévérant concours avait

puissamment contribué à la réalisation de cette belle entreprise.

Pendant près d'une année, les communications entre l'Angleterre et la France se sont faites exclusivement de Douvres à Calais. Pour atteindre Londres ou Paris, les dépêches devaient passer de chaque station sous-marine à la ligne télégraphique de Douvres à Londres, ou de Calais à Paris. Depuis le 1er novembre 1852, les stations intermédiaires de Douvres et de Calais ont été supprimées, et le fil télégraphique, à l'aide de travaux nouveaux et de dispositions convenables, se trouve réuni à la ligne ordinaire du télégraphe, de manière à faire communiquer Londres et Paris sans aucune station intermédiaire sur la côte. Le *Morning Advertiser* publiait, le 2 novembre 1852, l'article suivant :

« Hier, en présence d'une nombreuse réunion d'élite, a eu lieu avec beaucoup de solennité, aux bureaux de la compagnie Cornhill, à Londres, l'ouverture du nouveau télégraphe sous-marin qui met l'Angleterre en communication *directe* avec le continent. Voici les messages qui ont été expédiés pendant les expériences.

» De Paris à Londres : « M. Foy, directeur général des télégraphes français, présente ses compliments à l'honorable F. Cadogan. » Bientôt après, a été reçu le message qui suit : « Temps brumeux à Paris. » Il a été transmis un autre message de Londres à Paris, c'est celui-ci : « Les étrangers visitent le London-Office, veuillez m'envoyer quelques mots. » Il a été répondu : « Attendez. » En peu de minutes est venue de Paris la réponse suivante : « Aujourd'hui, temps défavorable à la transmission entre Londres et Paris ; atmosphère très humide. Nous allons essayer l'instrument à double aiguille qui est en communication directe entre Paris et Londres. » — A deux heures dix minutes (temps de Londres), on a transmis à Paris cette question : « Quelle heure est-il ? » — Il a été répondu : « Deux heures dix minutes après midi. »

On aurait pu être mieux inspiré dans la rédaction des dé-

pêches qui devaient, pour la première fois, franchir d'un seul bond la distance de Londres à Paris. Le dernier message envoyé de Londres, pendant la même journée, répond plus dignement à l'inauguration solennelle de cet instrument.

« Voici, dit le *Morning Advertiser* en terminant, le dernier message expédié aujourd'hui à Paris :

« Les directeurs de la compagnie du télégraphe sous-marin ont l'honneur d'offrir à S. A. le Prince-Président leurs plus sincères remercîments pour l'appui qu'il a constamment prêté à l'établissement de ce moyen instantané de communication entre la France et la Grande-Bretagne. Puisse cette merveilleuse invention concourir puissamment, sous l'Empire, aux progrès de la prospérité du monde! »

Depuis le 1er novembre 1852, le télégraphe électrique fonctionne de Londres à Paris, à travers l'Océan, avec une facilité merveilleuse. Un courant incessant de pensées s'échange d'un pays à l'autre, et ce lien qui rattache les deux rivages est comme une main fraternelle que se tendent deux peuples amis à travers la mer qui les sépare. Perdu au fond de l'Océan, cet humble fil de métal semble un obstacle bien fragile, mais que des circonstances, dont tout contribue à écarter la pensée, viennent jamais à se produire, et l'on verra quelle barrière puissante il dresserait aussitôt contre tout esprit de divisions et de guerre!

Le succès du télégraphe sous-marin de Douvres à Calais, la certitude de braver avec ce merveilleux messager l'insulte des flots et la fureur des tempêtes, ont amené l'extension rapide de cet admirable système de communication. Un télégraphe sous-marin semblable à celui de Douvres à Calais réunit aujourd'hui l'Angleterre et l'Irlande, en traversant le canal Saint-George, sur une distance supérieure encore à celle qui sépare Douvres et Calais. Le fil est établi entre Holyhead et Howth.

Le câble ne se compose point de quatre fils métalliques, comme celui de Douvres; il consiste en un seul fil de laiton isolé au moyen de la gutta-percha, et recouvert extérieurement d'un assemblage de fil de fer galvanisé qui le préservent de toute atteinte extérieure. Afin de le mettre à l'abri du contact des rochers et de l'agitation produite par la marée, le câble est recouvert, sur chacun des deux rivages, d'une double enveloppe de fil de fer, et cette enveloppe se prolonge autour du fil jusqu'à une étendue considérable dans la mer.

C'est le 1er juin 1852 que la communication électrique a été complétée entre l'Angleterre et l'Irlande. On lisait dans le *Morning Advertiser* du 2 juin l'article suivant :

« Le *Britannia* et le *Prospero* ont quitté, hier matin, Holyhead à quatre heures ; le premier suivait le fil métallique avec une rapidité moyenne de cinq milles par heure, tandis que l'autre pilotait la marche. Le steamer ayant le câble à bord a atteint la chaussée est de Howth peu après huit heures du soir ; alors a été immédiatement effectuée la jonction avec la terre, et il y a eu sur-le-champ échange de messages entre Howth et Holyhead. Dès que le *Britannia* a eu atteint la côte d'Irlande, le fait a été communiqué à Holyhead. Alors le fil métallique a été appliqué à l'un des canons du navire, et la note transmise à Holyhead a reçu presque aussitôt une réponse par la détonation de l'un des canons du bâtiment. »

Une communication du même genre a été établie entre l'Angleterre et la Hollande. Le 2 juin 1853, le bateau à vapeur le *Monarch* déposait le câble télégraphique, qui, partant d'Oxferdness, sur la côte de Suffolk, en Angleterre, aboutit à Schevening, en Hollande. Ce câble a une longueur de 115 milles.

Enfin, la compagnie établie à Londres, pour l'exploitation de la télégraphie sous-marine (*sub-marine telegraph Company*), a jeté un conducteur sous-marin entre l'Angleterre et

la Belgique. Ce télégraphe part de Douvres pour aboutir à Ostende.

Le succès désormais assuré de la télégraphie sous-marine a fait arrêter l'exécution d'un télégraphe sous-marin et terrestre entre la France et l'Algérie : deux plans étaient proposés au gouvernement français pour la réalisation de cette entreprise hardie. Une compagnie française offrait d'établir la ligne télégraphique en traversant l'Espagne, de manière à diminuer autant que possible l'étendue du câble sous-marin. Le fil partant de Perpignan serait descendu le long du littoral méditerranéen de l'Espagne jusqu'à Gala ou Almeria. Arrivé là, il aurait plongé dans la Méditerranée pour aboutir à Oran ; le fil sous-marin aurait présenté, dans ce cas, une longueur de 140 kilomètres (35 lieues de terre). Une compagnie anglaise, sous la direction de M. John Walkin Brett, proposait une autre direction, ayant cet avantage pour l'Angleterre de permettre de pousser ultérieurement la ligne télégraphique le long du littoral de l'Afrique et de l'Asie, de manière à atteindre jusqu'à l'Australie et aux possessions anglaises dans les Indes orientales.

Une loi promulguée le 10 juin 1853 a accordé la préférence au projet de la compagnie anglaise. Voici donc quel sera le trajet de la ligne télégraphique sous-marine, destinée à relier avec l'Afrique le continent européen. Partie de Douvres, la ligne télégraphique sous-marine aboutit à Ostende, en mettant à profit le télégraphe sous-marin, établi entre ces deux villes. Arrivé en Belgique, il traverse ce pays et atteint Cologne, d'où il descend, le long des possessions allemandes, de Cologne à Carlsruhe et Bâle. La Suisse et les États sardes sont ensuite traversés ; le fil télégraphique descend de Chambéry à Turin, et de Turin au port de la Spezzia, situé en face de la pointe septentrionale de la Corse. C'est en ce point que le fil s'enfonce dans la mer pour aller toucher au cap Corse. L'île de Corse est tra-

versée, du nord au sud, par une ligne de télégraphie terrestre. Le détroit de Bonifacio, qui sépare la Corse de la Sardaigne, est franchi ensuite au moyen d'un câble sous-marin. La Sardaigne franchie, le fil descend de nouveau dans la Méditerranée ; il partira du cap Teulada pour aborder enfin la côte d'Algérie entre la ville de Bone et la frontière de Tunis. L'étendue totale de la partie sous-marine de cette ligne sera de 440 kilomètres (110 lieues terrestres).

Hâtons-nous d'annoncer qu'une partie de ce travail grandiose est déjà exécutée. Depuis le mois de juillet 1854, les deux câbles sous-marins destinés à relier la France avec la Corse et la Corse avec la Sardaigne sont déposés au fond de la Méditerranée, de telle sorte qu'il ne reste plus à établir que la ligne sous-marine entre la Sardaigne et le littoral de l'Afrique. Cette opération a présenté assez d'intérêt pour que nous en rappelions ici les détails.

Dès le commencement du mois de mai 1854, les deux câbles se trouvaient prêts : ils avaient été construits dans les ateliers de M. Walkin Brett à Greenwich. Le câble conducteur est composé de six fils de cuivre réunis de la manière suivante : les six fils de cuivre sont chacun enveloppés dans un tube de gutta-percha ; puis, tous les six sont fortement unis en faisceau par un assemblage de cordages et de goudron, de façon à former un premier câble d'un centimètre cinq millimètres ; vient par là-dessus un faisceau de douze tiges de fer ; chacune d'elles a un diamètre de huit millimètres ; elles sont cerclées autour du câble ; l'ensemble de ce système présente donc un diamètre d'environ deux centimètres et six millimètres. La longueur totale du conducteur construit à Greenwich était d'environ quarante-cinq lieues, d'une seule pièce.

Le bâtiment à vapeur *Harbinger* fut frété pour transporter cet immense conducteur sur la côte du Piémont et procéder aux travaux de la pose du fil entre le Piémont et le rivage de la

Corse. Ce navire allait partir lorsque le gouvernement anglais le mit en réquisition pour un transport de troupes en Orient. Il fallut donc en chercher un autre. L'arrimage d'un câble de plus de quarante lieues de longueur et d'un poids de huit cents tonneaux rendait assez difficile le choix du navire; on ne put en trouver un qu'au commencement de juin, c'était le *Persian*, du port de huit cents tonneaux. En raison du poids de son chargement, ce *steamer* ne put prendre de charbon que pour la traversée jusqu'à Gibraltar. On mit à la voile avec le câble électrique enroulé autour d'un immense treuil installé sur le pont.

Mais après une courte traversée, le *Persian*, atteint par le gros temps, fut obligé de relâcher à Plymouth, et pour réparer ses avaries, il dut s'alléger de soixante kilomètres de câble. On ne pouvait songer à se procurer un autre bâtiment, car les transports pour l'Orient absorbaient en ce moment tous les navires convenables. On se borna donc à réparer le *Persian*, qui, complétement remis en état, repartit le 18 juin, renouvela à Gibraltar sa provision de charbon, et arriva le 18 juillet à Gênes, d'où il se mit en route pour le Piémont; le 18 juillet il touchait au cap de la Spezzia, qui forme le point de départ du télégraphe sous-marin.

Le 21 juillet, à trois heures et demie, le câble fut déposé à terre au cap Santa-Croce; et tout aussitôt commença l'opération de la pose du fil, qui fut continuée par le *Persian* jusqu'à huit heures et demie du soir; le travail fut suspendu pendant la nuit : le bâtiment n'avait alors pour tout ancre de retenue que le câble électrique.

Le dévidement et la pose du fil furent repris le lendemain matin à huit heures; à midi, trente kilomètres étaient placés; à quatre heures du soir, la sonde indiquait une profondeur de deux cent trente brasses (460 mètres). Mais, en ce moment, le câble se précipita avec une telle vitesse que c'est à peine si les

hommes employés à ce travail pouvaient parvenir à l'arrêter; on y réussit cependant, et on le rendit fixe au moyen de poulies. On fut obligé de couper la partie du câble endommagée par ces accidents et de réunir ensuite les deux bouts. Trente-six heures furent employées à cette opération.

Le 23, on se disposa à reprendre l'opération de la pose du fil; la sonde indiquait une profondeur de plus de six cents mètres.

Les sondages pratiqués quelques mois auparavant sur cette partie du trajet du câble télégraphique n'avaient point accusé l'existence de cette vallée sous-marine qui surpassait de deux cents mètres les plus grandes profondeurs que les ingénieurs avaient signalées entre le Piémont et la Corse; elle dépassait aussi de beaucoup les profondeurs que l'on avait rencontrées dans l'établissement du télégraphe sous-marin entre Douvres et Calais, comme entre l'Angleterre et la Belgique. Dans ces deux cas, les profondeurs n'avaient pas dépassé un maximum de soixante mètres. Aussi tout le monde était-il convaincu, à bord du *Persian*, que le câble allait se briser sous l'énorme pression qu'il aurait à supporter dans les couches d'eau voisines du sol. Les officiers de la marine sarde, qui prenaient part à cette grande opération, conseillaient tous de faire un détour de huit milles pour aller chercher les îles de Gorgona et de Carpuja, où la mer n'a qu'une profondeur de deux cents mètres; il était à craindre, si l'on persistait à continuer l'opération, de voir le câble électrique se briser, et de perdre ainsi tous les travaux exécutés jusque-là.

Ce parti était sans doute le plus prudent à adopter; cependant M. Brett ne jugea pas à propos de le suivre. Il fit comprendre, avec beaucoup de raison, que le moment était venu de décider une fois pour toutes une question capitale pour la télégraphie sous-marine. En effet, la ligne que l'on s'occupait à établir ne devait point s'arrêter à la pointe de la Corse; elle

ne représentait que le début de la ligne grandiose qui, s'élançant de la Corse à la Sardaigne et de la Sardaigne à l'Afrique, ne doit se terminer qu'au fond des Indes. On aurait à rencontrer, dans ce parcours immense, des mers dont la profondeur serait plus considérable encore; il était donc nécessaire de constater tout de suite si l'opération était possible. On se mit résolûment à l'œuvre, et le câble fut abandonné à son poids. Il parut d'abord descendre sur la pente d'une montagne sous-marine longue de plusieurs milles, jusqu'à une profondeur de trois cent soixante à quatre cents mètres; ensuite, on crut sentir qu'il se trouvait tout d'un coup sur le bord d'un précipice dont le fond n'était pas à moins de sept cents mètres, profondeur qui excédait de plus de cent brasses celle que les cartes indiquaient sur la route suivie jusque-là. Le câble se précipita alors avec une rapidité effrayante, non sans faire courir des dangers et occasionner de graves avaries au navire; s'il n'avait pas été construit avec une solidité parfaite, la rupture du câble était inévitable. On finit cependant par rencontrer le fond, et la nuit fut employée à réparer les avaries occasionnées au bâtiment par cette opération dangereuse. Le câble fixé au fond de la mer servait seul d'ancre de retenue, et, certes, jamais ancre d'une telle longueur n'avait servi à aucun navire depuis l'époque où le premier navigateur, au cœur armé d'un triple acier, osa, selon le poëte, braver les dangers de l'élément perfide.

Cette belle expérience a pleinement démontré que les conducteurs sous-marins, tels qu'on les construit aujourd'hui, permettront de défier à l'avenir les plus grandes profondeurs des mers.

Deux jours après, la pose du fil était complétement terminée; le 25 juillet, à la hauteur de la tour d'Aguelto, le câble électrique fut attaché au cap Corse.

Ainsi, tout allait bien de ce côté, et pour continuer la grande

entreprise si heureusement commencée, il fallait s'occuper de la ligne de télégraphie terrestre qui devait traverser la Corse pour faire suite à ce premier conducteur. Mais en arrivant en Corse, M. Brett y trouva les ingénieurs et ouvriers de la ligne terrestre malades des fièvres intermittentes qui sévissent dans ces climats. Tous les travaux étaient suspendus; on ne put les reprendre et les terminer qu'au bout d'un mois. Cependant, le 26 août, la ligne terrestre de la Corse, entièrement construite, put commencer de fonctionner.

Le 29, à quatre heures et demie du matin, le *Persian* procéda à la pose du fil électrique dans le détroit de Bonifacio, entre la Sardaigne et la Corse; à dix heures du soir l'opération était entièrement terminée, et le *Persian* ayant définitivement accompli sa difficile tâche, reprit la route de Gênes pour rentrer ensuite à Liverpool.

La première partie de la traversée sous-marine du câble télégraphique qui doit relier à l'Afrique le continent européen est donc, dès ce moment, établie. Reste à terminer la seconde partie du trajet, c'est-à-dire à déposer le dernier câble entre la Sardaigne et l'Afrique. Il avait d'abord paru naturel de suivre les côtes de l'Italie jusqu'à Naples et la Sicile, plutôt que d'aller d'un seul bond de la Sardaigne à l'Afrique. Mais on a redouté les embarras qu'auraient pu susciter les nombreux petits États qu'on aurait rencontrés sur la route, et l'on s'est décidé à adopter le trajet direct entre la Sardaigne et l'Algérie.

Au moment où nous écrivons ces lignes (août 1855) le câble destiné à compléter la ligne sous-marine, et qui doit relier la Sardaigne à l'Afrique, vient d'être embarqué à Greenwich sur un bâtiment de la marine royale d'Angleterre. Il a 162 milles de longueur et pèse 1250 tonneaux. Les travaux de placement de ce câble commenceront dès l'arrivée du navire, sous la direction du capitaine Robert's. En même temps les travaux du télégraphe terrestre, le long de la côte d'Afrique, exécutés par

la compagnie anglaise, avec l'aide d'employés du gouvernement français, sont poussés avec activité, et seront vraisemblablement terminés quand on aura posé le conducteur sous-marin.

D'après les plans et le projet du gouvernement anglais, le télégraphe sous-marin, parvenu en Afrique, doit se diriger vers l'Égypte et Alexandrie, pour être ultérieurement poussé jusqu'aux Indes. Deux moyens se présentent pour atteindre l'Égypte. On peut déposer les conducteurs télégraphiques dans les bas-fonds, le long des côtes de la Méditerranée, ou bien enfouir sous les sables, le long du rivage, un fil souterrain. M. Brett assure, d'après les rapports des ingénieurs envoyés sur les lieux, que l'un ou l'autre de ces deux moyens, et mieux tous deux ensemble peuvent être employés sans que l'on ait rien à craindre pour la sûreté de la ligne en ces contrées lointaines.

Moins d'une année après la belle opération que nous venons de raconter, un télégraphe sous-marin a été établi à travers une étendue supérieure encore, et par conséquent dans des conditions plus difficiles. Une ligne télégraphique a été jetée à travers la mer Noire, reliant la Turquie avec la Crimée ; elle part de Varna pour aboutir au camp des alliés devant Sébastopol. Malgré l'immense étendue de la ligne, malgré les difficultés de la navigation sur la mer Noire, l'exécution des travaux n'a rencontré aucun obstacle, et quelques jours ont suffi pour terminer les opérations. C'est le 13 avril 1854 que cette ligne a été établie.

Le *Morning Herald* a donné les détails qui vont suivre sur l'établissement du câble télégraphique entre Varna et Sébastopol.

« Le 10 avril, le télégraphe électrique sous-marin a été complété, en partant du rivage, au monastère de Saint-Georges, pour arriver au cap Kaliacra, près de Varna : c'est le capitaine Spratt,

du *Spitfire*, qui a dirigé très habilement tous les travaux. Le fil, de la longueur de 377 milles, a été mis à bord de l'*Argus*, assisté du *Terrible*. Le capitaine Spratt, sur le *Spitfire*, surveillait l'exécution des travaux. Les navires ont quitté le cap Kaliacra, le 10 avril, dans l'après-midi, et ils ont laissé couler le câble à 70 brasses; ils ont dépassé Sébastopol le 12 au soir, et ont amené le câble électrique au monastère de Saint-Georges le 13 au matin. Le placement de 301 milles de câble sous-marin s'est fait sans le moindre accident. Ce télégraphe sous-marin a 200 milles de longueur de plus que tout autre existant. Le fil de Kaliacra à Varna (distance de 20 milles) sera posé très incessamment.

» Des messages du quartier général allié parviendront à Paris ou à Londres en quatre heures; lorsque le travail sera terminé complétement, ils parviendront en moins d'une seconde. Le télégraphe doit être conduit, le 14, au quartier général et mis en communication avec les tranchées, de telle manière que l'officier de service, pendant la nuit, annoncera en même temps une sortie à lord Raglan et au premier ministre dans Downing street. »

Le câble électrique déposé au fond de la mer Noire, et dont la longueur est de 377 milles anglais, ou en nombre rond de 600 kilomètres (150 lieues de 4 kilomètres), est un des plus beaux ouvrages scientifiques et industriels de notre siècle. Son étendue égale les trois quarts de celui de Paris à Marseille. Le succès de cette belle tentative assure la réussite des travaux relatifs au fil électrique d'Europe en Algérie, depuis la Sardaigne jusqu'à l'Afrique, car la distance de la Sardaigne à la côte de Tunis est bien moindre que celle de Varna à Balaclava.

Ajoutons que, depuis son établissement, le télégraphe électrique qui traverse la mer Noire a fonctionné sans interruption avec le plus complet succès.

Pour en finir avec cette étonnante réalisation de rêves que l'on croirait empruntés aux orientales chimères des *Mille et une nuits*, nous parlerons du projet qui a été conçu en Angle-

terre et en Amérique d'établir un télégraphe sous-marin transatlantique, c'est-à-dire de relier par un câble de télégraphie l'Europe avec le continent américain.

Depuis les premiers succès de la télégraphie sous-marine, depuis que l'expérience eût démontré avec quelle simplicité, avec quelle régularité admirables fonctionnent les fils conducteurs déposés sur le fond des mers, le magnifique projet de relier les deux mondes par un câble électrique sous-marin n'a pas cessé un moment d'occuper les esprits en Angleterre et en Amérique.

Cette entreprise a paru longtemps devoir présenter des obstacles insurmontables. En admettant que l'on pût rencontrer, sur le bassin de l'Atlantique, un trajet où la profondeur de l'eau ne fût pas trop considérable pour recevoir le câble électrique, comment trouver un temps assez calme, une mer assez paisible, un conducteur assez long, des moyens de transport assez puissants pour l'établissement d'une telle ligne? Et, ces obstacles aplanis, pouvait-on espérer que l'électricité dégagée par une pile voltaïque aurait assez de puissance pour s'élancer, sans interruption, d'une extrémité à l'autre de cet immense trajet? Beaucoup de savants n'hésitaient pas à répondre négativement sur ces questions, et particulièrement en ce qui concerne le dernier point, c'est-à-dire la possibilité de faire traverser à l'électricité, sans déperdition du fluide, l'espace entier de l'Océan. Telle était, par exemple, l'opinion de l'un de nos physiciens les plus éminents, de M. Babinet, de l'Institut.

Cependant l'industrie anglaise et l'industrie américaine, à tort ou à raison, tiennent ordinairement peu compte des opinions ou des craintes des savants. En 1853, une compagnie américaine, d'après les ordres du département de la marine aux États-Unis, et avec des bâtiments de l'État, fit procéder aux premières études relatives à l'exécution de ce projet. Ces études furent entreprises sous la direction du lieutenant Maury,

l'un des physiciens les plus distingués de l'Amérique. Des premiers travaux de ce savant, il résulta que la voie de l'Irlande à Terre-Neuve, dans l'Amérique septentrionale, serait la plus convenable à adopter pour établir les fils télégraphiques. A la fin de l'année 1853, le lieutenant Berryman exécuta une série de sondages depuis les côtes de Terre-Neuve jusqu'à celles de l'Irlande. Ces opérations hydrographiques eurent pour conséquence de prouver que l'établissement d'un télégraphe électrique sous-marin était possible, ou, du moins, ne pouvait être empêché par les obstacles matériels que présenterait le fond de la mer.

De Terre-Neuve jusqu'en Irlande, en effet, la distance la plus courte est de 2,575 kilomètres, et le fond de la mer, entre ces deux points, est une sorte de plateau très propre à recevoir et à conserver, sans dommage, les fils télégraphiques (1). Il est assez profond pour que les fils, après qu'ils auront été posés, soient à jamais en sûreté contre les atteintes des ancres, des glaces ou de tous les corps flottants; et néanmoins la hauteur de l'eau n'est pas assez considérable pour que l'immersion du conducteur puisse présenter des difficultés sérieuses.

La profondeur du bassin de l'Océan entre Terre-Neuve et l'Irlande croît, par une pente régulière, depuis 2,740 mètres, sur les côtes de Terre-Neuve, jusqu'à 3,660 mètres, sur celles d'Irlande. A cette profondeur, les eaux de l'Atlantique sont aussi calmes que celles d'un étang, et le fil, une fois déposé sur le fond, s'y trouvera à l'abri de toute cause de rupture.

Quels que soient, en effet, l'agitation et le tumulte des flots à la surface de la mer, le mouvement des vagues ne se fait plus sentir à une certaine profondeur au-dessous du niveau de l'eau.

(1) Du cap Freels, à Terre-Neuve, jusqu'à Erris Head, en Irlande, on compte 2,593 kilomètres, et du cap Charles au cap Saint-Louis, dans le Labrador, jusqu'en Irlande, la distance est estimée 2,576 kilomètres.

Ce résultat important a été mis en évidence par une observation en apparence bien futile, mais qui donne une preuve frappante de la liaison qui existe entre tous les faits scientifiques, et qui montre bien que les remarques les plus insignifiantes au premier aperçu peuvent conduire quelquefois aux plus intéressantes inductions.

En examinant au microscope les débris ramenés du fond de la mer par la sonde pendant les opérations du lieutenant Berrymann, le professeur Baily a reconnu que ces débris ne consistent qu'en des coquillages excessivement petits, sans aucune parcelle de sable ou de gravier. Or, comme l'a fait remarquer cet observateur, s'il existait au fond de l'Atlantique, sur les points où ont été opérés les sondages, des courants sensibles et de nature à offenser les câbles télégraphiques, ces courants entraîneraient des parcelles enlevées au fond, telles que du limon ou des grains de sable, et mêleraient ces débris aux coquillages. L'absence de tout débris de ce genre dans les coquillages examinés démontre donc qu'à cette profondeur les eaux de l'Océan n'éprouvent aucune agitation.

Ainsi se trouvait avantageusement résolue la première partie du problème, qui consistait à trouver un tracé convenable pour la direction de la ligne de télégraphie transatlantique. Restaient à résoudre les autres difficultés.

En ce qui concerne la longueur du conducteur et les obstacles que peuvent présenter son dévidement et son installation sur le fond de l'Atlantique, les faits connus jusqu'à ce jour fournissaient des données utiles à consulter et de nature à inspirer tout espoir.

Le câble qui s'étend de Calais à Douvres a 38 kilomètres de longueur, et pèse en totalité environ 182,700 kilogrammes. Enroulé tout entier sur un cabestan, il formait un rouleau de $9^m,14$ de diamètre extérieur, de $4^m,57$ de diamètre intérieur, et de $1^m,52$ de hauteur. Or ce câble fut exécuté dans le court

espace de vingt jours, au moyen d'une machine due à M. Georges Fenwick, ingénieur des forges de Leaham-Harbour (Durham). Avec seize machines semblables, on pourrait donc fabriquer, en six ou sept mois, le câble transatlantique.

On peut ajouter, comme donnée plus récente et plus démonstrative encore, que le câble sous-marin qui est placé au fond de la mer Noire, de Varna au camp des alliés, devant Sébastopol, présente une longueur de 600 kilomètres (150 lieues), et que les opérations relatives à son établissement n'ont offert, comme nous l'avons dit, aucune difficulté.

Un point plus difficile à décider, c'était la possibilité de faire franchir au courant électrique la distance de près de 3,000 kilomètres qui sépare l'Irlande de Terre-Neuve. Mais les faits connus permettaient encore d'espérer la solution de cette difficulté. En effet, sur le territoire immense des États-Unis, les lignes télégraphiques fonctionnent à des distances de 1,280 à 1,600 kilomètres (320 à 400 lieues). On est même parvenu à faire exécuter des signaux par un courant électrique sur la ligne non interrompue de Boston à Montréal, qui embrasse une distance de 2,414 kilomètres. Enfin le télégraphe a pu jouer sans aucune interruption dans le conducteur sur l'étendue totale de la ligne télégraphique qui s'étend entre New-York et la Nouvelle Orléans, par Charlestown, Savannah et Mobile, et qui a une longueur de 3,164 kilomètres (790 lieues).

La difficulté de transporter la masse énorme du câble transatlantique, dont le poids s'élèverait à 121,800,000 kilogrammes, ne pourrait non plus sérieusement arrêter. Il suffirait d'envoyer un nombre assez considérable de bâtiments pour le transporter en plusieurs fractions. Enfin, il ne serait pas impossible de trouver un temps favorable pour l'immersion de ce conducteur, puisque l'on a rencontré des circonstances assez propices pour pratiquer, sur toute cette ligne, des opérations délicates de sondage et d'hydrographie.

Tous ces faits, toutes les études dont nous venons de rappeler le résultat, ont paru suffisants, en Angleterre et en Amérique, pour tenter, avec espoir de succès, la réalisation de ce projet admirable. Au commencement de cette année, deux compagnies, l'une anglaise, l'autre américaine, se sont associées pour le mettre à exécution. La *Compagnie transatlantique de télégraphie sous-marine*, composée de capitalistes anglais et français, a conclu avec la compagnie américaine de New-York, *New-foundland and London telegraph*, un contrat en vertu duquel la première s'engage à construire et à poser, à ses risques et périls, un câble sous-marin destiné à relier l'Irlande à Saint-Jean de Terre-Neuve. Le câble doit être installé avant le 22 janvier 1858.

Pour rattacher le télégraphe transatlantique au réseau des États-Unis, il sera nécessaire de créer une ligne particulière entre Terre-Neuve et l'île du Prince-Édouard, qui se trouve située, à une faible distance, en face du continent américain. Un second câble électrique sera donc immergé pour prolonger la ligne transatlantique jusqu'à cette île par le cap Breton. La compagnie américaine se charge de ce travail complémentaire. Une fois construit, ce conducteur rattachera la ligne transatlantique au réseau des États-Unis, car il existe depuis assez longtemps une ligne télégraphique entre l'île du Prince-Edouard et New-York. Cette partie du travail sera achevée dans le cours de l'été de 1855. Ainsi se trouvera complétée la communication télégraphique entre l'Amérique et l'Europe.

Le câble transatlantique, dont la fabrication est déjà commencée en Angleterre, pèsera cinq tonnes et deux cents livres par mille, et sera d'un travail perfectionné. Chacune des deux compagnies, européenne et américaine, sera propriétaire de la ligne qu'elle aura construite, mais elles feront leur service conjointement et à l'exclusion de toute autre ligne pendant une période de cinquante ans.

En résumé, si le succès doit couronner l'entreprise admirable que nous venons de faire connaître, trois années seulement nous séparent de l'époque qui verrait l'accomplissement de l'une des merveilles les plus étonnantes des temps modernes.

Depuis quelques années, la science, et en particulier la télégraphie électrique, nous ont habitués à tant de surprises, que les faits que nous venons de faire connaître et le projet que nous venons d'exposer n'ont pas causé grande sensation en France. Cependant si, comme tout permet de l'espérer, ces magnifiques entreprises sont couronnées de succès; si, dans un certain intervalle, on peut correspondre de la France avec nos possessions d'Afrique en moins de temps qu'il n'en faut pour se rendre d'un quartier de Paris à l'autre; si, dans quelques années, les négociants de Londres peuvent transmettre en un clin d'œil leurs ordres à leurs correspondants de Pékin ou de Canton; enfin, si l'Amérique est mise en communication instantanée avec l'Europe, alors l'occasion sera trouvée suffisante sans doute pour admirer le génie de l'homme qui réalise de telles merveilles, et la bonté de Dieu qui lui permet d'en profiter.

CHAPITRE IX.

Description des appareils accessoires de la télégraphie électrique. — Pile voltaïque. — Poteaux. — Supports isolateurs. — Fil conducteur, etc. — Services rendus par la télégraphie électrique. — Messages télégraphiques.

L'ordre historique que nous avons adopté pour l'exposition des faits qui concernent la télégraphie électrique nous a contraint de négliger certains détails généraux qui se rapportent à

la construction et à l'installation des appareils. Nous allons réparer cette omission en décrivant, dans ce dernier chapitre, les instruments accessoires qui sont indispensables pour établir un télégraphe électrique, quel que soit d'ailleurs le système que l'on adopte pour le mécanisme destiné à former les signaux.

Pile. — Nous ne pourrions entrer ici dans aucun détail particulier sur la construction et les effets de la pile voltaïque; tout ce qu'il importe de noter, c'est le genre particulier de pile électrique que l'on adopte selon le système télégraphique dont on fait usage. Ce choix est d'ailleurs assez indifférent, car de tous les instruments qui sont nécessaires au matériel d'un télégraphe électrique, la pile est celui dont on se préoccupe le moins, tant son emploi est simple et régulier. Bornons-nous à dire que pour mettre en action les télégraphes où l'on fait usage d'un courant électrique assez énergique, on se sert de la pile de Bunsen, modifiée par M. Archereau, qui constitue la plus énergique de toutes les piles à effets constants : un très petit nombre d'éléments suffit d'ailleurs pour donner au courant voltaïque l'intensité nécessaire. En Amérique, M. Morse fait encore usage de la pile de Grove, qui offre cependant dans la pratique moins d'avantages que la précédente. Sur les lignes anglaises, où l'on n'emploie jamais que des courants d'une faible intensité, on se sert d'un appareil générateur connu sous le nom de *pile à sable*, et qui se compose d'un assemblage de lames de zinc et de cuivre plongées dans de petites cellules dont les intervalles sont remplis par du sable imbibé d'une petite quantité d'eau acidulée par de l'acide sulfurique. Le nombre de couples est proportionné à la distance qui sépare les stations; en général, on emploie vingt-quatre couples pour une distance de quatre à six lieues, quarante-huit couples pour une distance de quinze à vingt lieues, etc. Montée avec soin, une pile de ce genre fonctionne pendant six à huit mois, sans qu'il soit nécessaire d'y toucher.

Fils conducteurs. — Les fils qui servent à réunir les stations télégraphiques peuvent se disposer de deux manières : sur des poteaux élevés à quelques mètres au-dessus du sol et munis de supports isolants, ou dans une tranchée profonde pratiquée dans le sol. Examinons d'abord la première de ces dispositions, la seule adoptée en France, et la meilleure sans aucun doute, puisqu'elle dispense d'isoler les fils sur toute leur étendue.

Au début de la télégraphie électrique, le cuivre fut le seul métal employé pour former la matière des conducteurs ; on regardait ce métal comme le seul capable, en raison de son extrême conductibilité, de transporter commodément le fluide électrique à des distances considérables. Cependant on ne se sert plus aujourd'hui que de fil de fer, auquel on donne en France 4 millimètres de diamètre. Le fer a été galvanisé, c'est-à-dire plongé dans un bain de zinc fondu : il se recouvre ainsi d'une enveloppe de zinc ; ce métal se combinant bientôt avec l'oxygène atmosphérique, donne naissance à un oxyde qui entoure le fil de toute part et le préserve d'une oxydation ultérieure. On pensait, à l'origine, qu'il serait nécessaire de recouvrir le fil, sur toute son étendue, d'une enveloppe de matière isolante, comme on le fait pour le fil des électro-aimants ; mais on ne tarda pas à reconnaître que cette précaution est de tous points superflue, et que des supports, mauvais conducteurs de l'électricité, disposés sur les poteaux, et sur lesquels le fil vient reposer de distance en distance, suffisent pour assurer un isolement parfait. Seulement, lorsque plusieurs fils sont supportés par le même poteau, il faut ménager entre eux un certain intervalle, afin d'empêcher que les différents courants qui parcourent les fils placés l'un près de l'autre ne s'influencent et ne se troublent mutuellement.

Si le conducteur d'un télégraphe peut être isolé par des moyens fort simples, quand on le tient élevé en l'air au moyen

de poteaux, il n'en est plus de même quand on se propose de l'enfouir sous le sol. La conductibilité de la terre oblige, dans ce cas, d'apporter beaucoup de soins à isoler le métal sur toute son étendue. Cette opération présenta longtemps de grandes difficultés, tout en nécessitant des dépenses considérables. On recouvrait le fil de coton et de gomme-laque, on l'introduisait ensuite dans un petit tuyau de plomb, afin de le préserver de l'humidité du terrain. Mais la découverte de la gutta-percha est venue simplifier beaucoup les procédés pratiques de la télégraphie souterraine. Aujourd'hui, pour assurer l'isolement des fils de cuivre enfouis sous le sol, on se contente de les recouvrir d'une gaîne de gutta-percha *vulcanisée*, c'est-à-dire mélangée, sous l'influence d'une haute température, à 3 ou 4 pour 100 de soufre. Cette espèce de cordon est couchée au fond d'une tranchée d'environ un mètre de profondeur sur 40 à 50 centimètres de large. Les différentes portions du fil, qui sont ordinairement d'une longueur de 200 à 300 mètres, sont réunies par une soudure, et les soudures enveloppées de gutta-percha. Le fil est recouvert d'une couche de sable, et l'on s'assure, avant de combler la tranchée, que son isolement électrique est complet. Afin de pouvoir toujours s'assurer de l'état des conducteurs enfouis sous terre, on ménage de distance en distance, sur leur trajet, de petites ouvertures nommées *regards*. Si la communication électrique vient à être supendue par la rupture du fil ou de son altération, ces *regards* servent à rechercher la partie et le point de la ligne où l'accident s'est manifesté.

La plupart des lignes établies en Prusse fonctionnent au moyen de conducteurs de ce genre. Les lignes de télégraphie souterraine sont celles de Berlin à Cologne et à Aix-la-Chapelle; — de Berlin à Hambourg; — de Berlin à Magdebourg, Brunswick, Hanovre; — de Berlin à Stettin; — de Berlin à la frontière d'Autriche; — de Halle à Leipzig et Francfort; — de Berlin à Kœnigsberg et Dantzig.

La Saxe possède des télégraphes souterrains : de Leipzig à Dresde ; — de Dresde à Kœnigsting ; — de Dresde aux frontières de la Bohême ; — de Dresde à Hof. Ils présentent un parcours d'environ 400 kilomètres.

Les télégraphes souterrains achevés n'existent encore, en Autriche, que dans les principales villes, telles que Vienne, Lins, Trieste.

La Russie a fait exécuter un télégraphe souterrain de Moscou à Saint-Pétersbourg, sur un parcours de 200 lieues environ, et l'on se dispose à en établir un autre de Saint-Pétersbourg à Varsovie.

On s'occupe en ce moment, en Irlande, de la construction d'une ligne télégraphique souterraine sur un parcours de 200 milles d'Angleterre. Enfin, Londres est traversé, comme nous l'avons déjà vu, par un télégraphe souterrain qui relie cette ville aux diverses stations de la province.

La télégraphie souterraine donne le moyen d'établir les lignes électriques dans des pays encore dépourvus de chemins de fer : c'est là son principal avantage. Aussi quand on s'est occupé, en France, d'établir un réseau de télégraphes électriques indépendant des voies ferrées, a-t-on examiné avec beaucoup de soin la question de la télégraphie souterraine. On s'est décidé à y renoncer par la crainte de rencontrer, avec ce système, beaucoup de difficultés pratiques, et l'on s'est arrêté à l'établissement des fils sur des poteaux disposés le long des grandes routes. Ce parti était le meilleur, par cette considération décisive que les poteaux et les fils conducteurs établis sur les routes pourront être transportés sur les chemins de fer, sans nécessiter aucun changement, au fur et à mesure de la terminaison de ces nouvelles voies.

Poteaux. — Rien de plus simple que les moyens employés aux États-Unis pour élever au-dessus du sol le fil télégra-

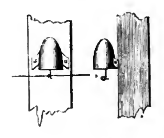
phique. Des poteaux de bois plantés le long de la voie des chemins de fer, chacun à la distance de 20 à 30 mètres, le maintiennent en l'air à la hauteur de 2 à 3 mètres. Chaque poteau est muni, à son sommet, soit d'un anneau de verre, soit d'une plaque de porcelaine ou de terre cuite, substances mauvaises conductrices de l'électricité, et dont l'interposition suffit pour maintenir l'isolement du fil. De 500 mètres en 500 mètres, on place des poteaux plus forts nommés *poteaux de traction*, sur lesquels on établit des espèces de cabestans propres à tendre le fil et à prévenir de trop grandes inflexions.

Cependant cette disposition pour la pose des conducteurs n'est pas la seule adoptée aux États-Unis. Comme on recherche avant tout l'économie, dans le but de multiplier les lignes, on prend en général la voie la plus courte, et l'on n'hésite pas à placer les conducteurs sur le bord des grandes routes, ou même à travers champs. Sur le trajet des routes, le fil est soutenu, comme le long des chemins de fer, par des poteaux de bois de sapin. Si la ligne prend à travers la campagne, on utilise souvent les arbres sur pied; on élague les branches, et le tronc, resté debout, sert de support au fil télégraphique. Si l'on rencontre une rivière, un bras de mer qu'on ne puisse franchir, on recouvre le fil de gutta-percha, et on le place tout simplement sous l'eau. C'est ainsi que le télégraphe de New-York à Washington a seize lieues de fil plongés sous l'eau salée. Comme les fils établis dans les champs ont besoin d'être surveillés, on a intéressé à leur conservation les propriétaires des terrains traversés, en leur accordant la faculté de transmettre gratuitement les dépêches qui les concernent. En retour de cet avantage, dont ils sont très jaloux, ils gardent et surveillent avec soin la portion de ligne établie sur leurs terres.

Les lignes télégraphiques américaines traversent souvent de vastes forêts et d'immenses étendues de terrains incultes et déserts. Le système de suspension et d'isolement du conduc-

teur est alors plus simple encore que le précédent. De longs clous à tête recourbée sont plantés dans les arbres des forêts ; à ces clous on suspend un anneau de verre qui donne passage au fil. Il est inutile de faire remarquer que ce système, par trop simple, de suspension, devient une source d'interruptions dans le service de la ligne. La séve végétale, qui vient mouiller le conducteur, rend l'isolement imparfait, et les communications sont en outre fréquemment arrêtées par la chute des troncs d'arbres pourris, par les ouragans et les orages (1).

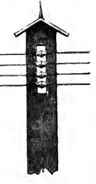
En France, les poteaux télégraphiques sont faits de bois de pin ou de sapin, de 6 à 9 mètres de longueur, que l'on a préalablement injectés, sur pied, d'une dissolution de sulfate de cuivre, selon le procédé du docteur Boucherie, afin d'augmenter leur durée. On les fiche en terre, les plus petits à une profondeur de 1 mètre 1/2, les plus élevés à une profondeur de 2 mètres : le sulfate de cuivre préserve de toute altération la partie enfouie dans le sol. Quand on doit franchir, sur un chemin de fer, un passage de niveau, ou passer par-dessus les bâtiments d'une station, on donne au poteau une longueur de 9 mètres 1/2.



Le support destiné à isoler le fil est une sorte de clochette de porcelaine, que nous représentons dans les deux figures ci-

(1) Pour surveiller les fils et les poteaux établis loin des villes ou des lieux habités, on répartit un certain nombre de gardes sur divers points de la ligne. Ces cantonniers sont munis des outils nécessaires pour réparer les fils en cas de dommage. Dans les pays où la population est assez compacte, on place ces surveillants à d'assez grandes distances, à 10 ou 20 lieues l'un de l'autre. Mais sur les lignes qui traversent les épaisses forêts du sud, on a reconnu prudent de ne pas les séparer de plus de 30 à 40 kilomètres.

dessus. Dans l'intérieur de la clochette, on scelle, au moyen du soufre, un crochet de fer dont l'extrémité libre se contourne de manière à venir former un anneau dans lequel passe le conducteur. En même temps qu'ils assurent l'isolement du fil, ces petits toits de porcelaine le protégent contre la pluie. Cette précaution est d'ailleurs indispensable, car s'il arrivait que les poteaux fussent mouillés et que les supports isolateurs le fussent également, l'isolement serait imparfait, il s'établirait des courants dérivés, et il faudrait des piles beaucoup plus énergiques pour conserver au courant principal une intensité suffisante. A chaque demi-kilomètre on place un *poteau de traction* muni d'un petit treuil qui est destiné à maintenir et à s'assurer l'extension parfaite du fil conducteur.



La figure ci-jointe représente le poteau le plus employé en Angleterre comme soutien du fil télégraphique. Une plaque de bois posée sur une plaque pareille de faïence brune qui sert de corps isolant, est fixée contre le poteau à l'aide de boulons de fer. Cette plaque porte quatre petits cylindres de faïence. Les fils conducteurs traversent l'axe de ces cylindres et se trouvent ainsi parfaitement isolés. Un pareil système est établi de l'autre côté du poteau, qui peut de cette manière supporter huit fils. Les deux plaques fixées de chaque côté du poteau sont maintenues au moyen d'une vis commune et de deux écrous. Enfin un petit toit de faïence ou d'ardoise recouvre le poteau et l'abrite contre la pluie.

Une particularité de la figure précédente n'échappera point au lecteur : c'est la pointe métallique qui surmonte le toit du poteau. Cette partie de l'appareil est loin d'être indifférente ; c'est un véritable *parafoudre* destiné à prévenir les effets per-

turbateurs que l'électricité atmosphérique pourrait exercer sur le courant qui traverse les fils.

L'électricité qui existe à l'état libre dans l'atmosphère peut en effet exercer une certaine influence sur les conducteurs électriques; cette question offre assez d'importance pour être ici examinée en passant.

Les perturbations que l'électricité météorique peut introduire dans le jeu des appareils télégraphiques varient selon l'état de l'atmosphère. Par un ciel serein, l'électricité répandue dans l'air n'exerce aucune action appréciable sur les instruments. Seulement, si le vent vient brusquement à changer, il s'établit un courant qui influence faiblement le conducteur : dès lors l'appareil parle, c'est-à-dire que les signaux, subitement mis en jeu, exécutent pendant quelques instants de brusques oscillations. Si le ciel est couvert et les nuages fortement électrisés, quand le vent vient à les chasser dans la direction du fil, ces nuages agissent sur le conducteur, et les signaux se mettent encore en branle. Dans ces deux cas, cependant, ces effets n'ont rien de fâcheux; ils ne peuvent aucunement troubler le service, car les employés tiennent aisément compte de ces perturbations passagères.

Mais si la foudre éclate, si l'étincelle électrique, partant d'un nuage fortement électrisé, vient à frapper le sol, le fil métallique du télégraphe offrant à l'écoulement du fluide un passage facile, le conducteur peut être foudroyé. Quels sont les effets de ce coup de foudre ? Quelquefois le fil est rompu, les communications sont alors interceptées entre les deux stations ; mais ces événements sont extrêmement rares, le fil étant d'un trop fort diamètre pour être aisément fondu. Dans tous les cas, si le fil est fondu, il ne l'est jamais que sur quelques points de sa continuité, et tout se borne à cette rupture. Le plus souvent la foudre, en frappant le conducteur, n'a d'autre effet que de fondre, à l'une des stations télégraphiques, le fil très fin qui

s'enroule autour de l'électro-aimant, c'est-à-dire de l'appareil qui forme les signaux ; alors les communications sont arrêtées.

Quand la foudre vient frapper un conducteur, tout le dommage est habituellement supporté par les poteaux. Ils sont renversés ou mis en pièces. M. Baumgartner a rapporté quelques faits de ce genre observés sur la ligne de Vienne. Le 17 août 1849, un orage qui avait éclaté à Ollmütz se propagea jusqu'à Triebitz, c'est-à-dire à une distance de 10 milles : un ouvrier occupé à cette station à monter les fils ressentit une douleur qui le renversa, et éprouva une véritable brûlure aux doigts qui avaient touché le métal. Le 25 août, par suite d'un autre orage à Ollmütz, l'électricité, conduite par les fils du télégraphe, foudroya un support aux environs de Brodek. Une partie du courant s'échappa dans le sol le long de ce support, une autre partie fila jusqu'à Prague ; on put s'en assurer par l'inspection du conducteur dont l'extrémité était fondue. Dans la nuit du 18 au 19 juin 1849, un violent orage éclata entre Brunn et Reigem ; la foudre brisa complétement deux supports et en endommagea neuf autres. Le 9 juillet, la foudre anéantit trois poteaux situés entre Kindberg et Krieglach, dans la Styrie, et respecta le conducteur. C'est encore aux environs de Kindberg que le tonnerre détruisit les supports télégraphiques le 19 juillet 1850. Les ouvriers occupés à proximité éprouvèrent un éblouissement, et l'on observa, à l'extrémité d'un des fils situés le long d'un poteau, une aigrette lumineuse. Ainsi, dans ces divers cas, les poteaux de bois avaient seuls supporté les effets de la décharge électrique.

Cependant l'événement a prouvé que la foudre, conduite par les fils conducteurs, peut pénétrer dans l'intérieur d'une station télégraphique et y provoquer des dommages d'une certaine gravité. Un fait de ce genre a été observé, le 21 juin 1853, sur la ligne télégraphique de Poitiers à Tours. Le *Journal de Châtellerault* a donné à ce sujet les détails suivants :

« Mardi 21 juin, vers trois heures de l'après-midi, la foudre, dont les éclairs et les détonations étaient à la fois si intenses et si rapprochés, est tombée entre Ingrande et Châtellerault.

» C'est sur l'un des ponts du chemin de fer, le plus rapproché de la station d'Ingrande, que s'est fait sentir la plus forte commotion. Ces ponts sont construits en pierre, en fer et en bois. Chaque culée ou butée est formée par une maçonnerie très solidement établie en pierre dure de Chauvigny, avec de petits parapets de couronnement, dont les pierres cubent 75 centimètres. Entre ces culées se trouve jeté un tablier de fonte surmonté de deux rampes faisant l'office de garde-fou.

» Projetée sur ces conducteurs métalliques, la foudre s'est rendue dans les postes télégraphiques. Celui de la station d'Ingrande, qui n'était distant que d'environ 800 mètres du foyer de l'explosion, a été violemment atteint. Les employés avaient quitté la salle et s'étaient réfugiés à l'étage supérieur de la station, lorsque tout à coup une détonation semblable à celle d'un coup de pistolet se fit entendre et remplit l'air et les appartements de fumée, en ébranlant toute l'habitation.

» La foudre, amenée dans l'intérieur du poste par les fils conducteurs, avait brisé ceux-ci, et, rencontrant des fils plus fins à mesure qu'elle se rapprochait de l'appareil télégraphique, elle les avait brûlés en mettant tout d'abord en fusion les petits fils faisant office du paratonnerre, et isolés à l'intérieur de cylindres de verre ; les boussoles furent cassées, une aiguille fondue, et les bobèches sur lesquelles sont enroulés les fils de fer entortillés de fils de soie furent brûlées.

» Pendant que tous ces événements se passaient au pont et à la station d'Ingrande, voici ce qu'éprouvait, de son côté, le poste télégraphique de Châtellerault. Dans le même moment, et presque à la même heure où le tonnerre grondait si fort, les employés étaient occupés à faire passer une dépêche, lorsque l'un d'eux, très expérimenté, reconnut à certains petillements de l'appareil qu'il y avait une surcharge d'électricité. « Retirons-nous, messieurs, s'écria-t-il, il pourrait y avoir du danger. »

» A peine étaient-ils sur le seuil de la porte, qu'une détonation violente avec production de flamme se fit entendre. On regarde, et l'on constate que l'appareil télégraphique est brisé, son paratonnerre brûlé, les cylindres de verre sont jetés à distance. Chose remarquable, l'électricité avait laissé la trace de son passage sur

le mur en ligne droite, en enlevant le papier par ricochets et en sens opposé des autres conducteurs, restés intacts et dans une direction qui était celle du calorifère du cabinet.

» Enfin, quatre des poteaux de sapin servant de supports aux lignes télégraphiques, et qui étaient voisins du pont d'Ingrande, ont été renversés, l'un d'eux tordu sur lui-même et les trois autres brisés en éclats, déchirés avec torsion des fibres ligneuses sur elles-mêmes et jusqu'au centre de l'arbre résineux. »

Un accident du même genre a été observé au mois de juillet 1855 sur la ligne d'Orléans. On lisait à ce sujet les détails suivants dans un journal :

« Le 9 juillet 1855, vers onze heures du matin, une décharge électrique a eu lieu sur les fils télégraphiques de Paris à Orléans, à 400 mètres environ de la station de Château-Gaillard, vers Artenay, à 7 kilomètres de la magnifique ferme de la Grange, incendiée au même instant par la foudre. Trois poteaux ont été brisés, et les porcelaines sur lesquelles roulent les fils ont volé en éclats sur la voie. Le fluide, parcourant les fils, est entré dans le bureau du chef de gare en faisant une explosion épouvantable. Son cours a été arrêté par le paratonnerre, dont il a noirci et quelque peu émoussé les dentures de la touche de terre, sans pourtant les avoir endommagées. Les aiguilles des deux boussoles ont été mises hors de service.

» Le cantonnier a ressenti, dans sa maison, située à peu de distance, une violente commotion, et il a vu, dit-il, un globe de feu tomber sur les fils. Le lendemain matin, les poteaux et les aiguilles des boussoles ont dû être remplacés. »

Si le coup de foudre n'a pas assez de violence pour endommager les supports placés le long de la voie, ou pour rompre le fil de l'électro-aimant, il peut cependant produire encore certains effets désagréables. La présence, dans les conducteurs, d'un excès d'électricité étrangère, fait que l'électro-aimant est à diverses reprises fortement attiré, et qu'il s'établit ainsi, dans l'appareil destiné à former les signaux, une série d'oscillations

folles qui persistent pendant plusieurs minutes. Sur le télégraphe de Morse, qui, comme on le sait, écrit lui-même ses dépêches, on voit quelquefois l'instrument, subitement mis en action par l'électricité atmosphérique, inscrire sur le papier une série de signes confus et précipités : c'est l'éclair qui envoie son message et qui consigne lui-même sa présence par écrit.

Ajoutons enfin que l'appareil télégraphique peut être influencé, bien que la foudre n'ait pas directement frappé le conducteur. Quand un nuage électrisé se décharge à quelque distance du fil du télégraphe, il s'établit aussitôt dans le conducteur un de ces courants électriques que les physiciens appellent *courant d'induction*, et qui est provoqué par le voisinage de la décharge atmosphérique ; ce nouveau courant fait encore parler les appareils, mais ce dernier accident n'a aucune importance.

En résumé, et si l'on fait abstraction de quelques événements accidentels dont la gravité ne peut être prise comme règle, il est permis d'affirmer que les troubles occasionnés dans les appareils télégraphiques par l'électricité de l'atmosphère n'ont habituellement rien de grave, et ne peuvent que très rarement compromettre le service. L'expérience a bien vite éclairé les employés sur la nature de ces perturbations, et la transmission des dépêches ne peut jamais en être compromise d'une manière durable. Pour combattre les mauvais effets de la présence de l'électricité atmosphérique sur les fils conducteurs, il suffit presque toujours d'augmenter l'intensité du courant de la pile, au point de le rendre supérieur au courant perturbateur. Aussi les irrégularités du genre de celles qui nous occupent n'ont-elles été remarquées que dans les télégraphes où le courant électrique se trouve réduit à la plus faible intensité possible ; dans ceux où l'on emploie des courants énergiques, les troubles de ce genre sont rares ou insignifiants. C'est pour cela que sur les lignes françaises où

l'on fait usage, comme nous l'avons dit, de courants électriques d'une intensité notable, on se dispense de munir les poteaux d'appareils destinés à combattre les effets de ce genre. Les pointes métalliques qui, sur les lignes télégraphiques de l'Angleterre, surmontent les petits toits placés sur chaque poteau, suffisent pour détruire l'influence de l'électricité météorique. Comme ces pointes communiquent avec la terre par le poteau qui les supporte, l'électricité atmosphérique s'écoule ainsi, comme par un petit paratonnerre, dans la masse conductrice du sol, et ne peut exercer sur les appareils aucune action fâcheuse. Ce petit instrument peut même préserver le poteau d'un coup de foudre quand la décharge atmosphérique n'est pas trop violente.

Nous voudrions, pour terminer cette exposition, donner quelques indications précises sur les frais d'installation des télégraphes électriques; mais ces données varient trop, selon les pays, pour se prêter à une évaluation générale. C'est ainsi qu'aux États-Unis les frais d'établissement des télégraphes changent selon la contrée : dans l'ouest, où la main-d'œuvre et les matériaux sont d'un prix élevé, la ligne télégraphique revient à 466 francs par kilomètre; dans l'est, où les matériaux sont sans valeur, mais où la main-d'œuvre est chère, le prix s'élève à 503 francs par kilomètre. Selon M. Jules Coutin, le prix moyen d'évaluation pour une ligne dans des conditions ordinaires serait fixé, en Amérique, à 621 francs par kilomètre.

En Angleterre, le télégraphe électrique, monté sur poteaux, revient à 770 francs par kilomètre.

En France, la construction d'une ligne électrique formée de cinq fils de fer revient, dit-on, avec les appareils, la pose des fils, etc., à environ 800 francs par kilomètre.

Les frais d'établissement pour la télégraphie souterraine ont été évalués à 848 francs pour la même distance.

Toutefois les frais de construction d'un télégraphe électrique fussent-ils beaucoup plus considérables qu'ils ne le sont, cette considération ne pourrait, dans aucun cas, opposer à son établissement un obstacle sérieux. La question des frais d'installation est ici entièrement secondaire, car les télégraphes, livrés au public, deviennent pour l'État la source d'un revenu important qui couvre une grande partie de ses avances. D'un autre côté, la vitesse prodigieuse de l'expédition représente une autre source d'économie. La télégraphie aérienne, quand elle était en usage, coûtait annuellement près d'un million au budget; mais le gouvernement ne s'en inquiétait guère, car cette dépense était couverte en grande partie par les économies que l'on réalisait sur les estafettes et les courriers. Qu'est-ce donc aujourd'hui où la vitesse est centuplée, et quand le télégraphe peut fonctionner en toute saison, à toute heure de la nuit, à toute heure du jour, sans rien perdre de sa prodigieuse rapidité?

Nous n'avons pas la prétention d'étonner nos lecteurs en leur parlant de la merveilleuse promptitude avec laquelle les dépêches sont transmises par le télégraphe électrique. Nous ne pouvons cependant nous dispenser de citer ici quelques exemples susceptibles de donner, en quelque chose, la mesure de cette vitesse. Nous nous bornerons toutefois à un petit nombre de faits, dont la plupart même se rapportent à l'époque des débuts de la télégraphie électrique.

Le discours prononcé en 1846 par le président des États-Unis, annonçant la déclaration de guerre contre le Mexique, discours qui occupait deux longues colonnes en petit caractère, dans un journal de la plus grande dimension, fut transmis en entier par le télégraphe de M. Morse, et copié en moins de trois heures. Pendant cette longue communication, le télégraphe transcrivait 84 lettres par minute, c'est-à-dire le double de ce que l'inventeur avait promis.

Le discours de Henri Clay sur la guerre du Mexique, prononcé en 1849, dans le congrès des Etats-Unis, fut transmis en deux heures de Cincinnati à New-York, avec une exactitude inappréciable, quoique le résumé n'occupât pas moins d'une colonne et demie d'un journal, petit-texte.

En 1849, le volumineux message du président Polk, contenant plus de 50,000 mots, fut transporté en un jour de Baltimore à Saint-Louis, alimentant de copies sur son passage dix-sept villes des États-Unis. Encore faut-il en déduire deux heures perdues à la suite d'un orage.

Le discours du roi des Belges, à l'ouverture des chambres de 1849, était entièrement parvenu à Anvers quarante-sept minutes après avoir été prononcé à Bruxelles. Ce discours ne comprenait pas moins de 842 mots formant 4,600 lettres. La transmission de cette dépêche avait donné lieu à 11,660 mouvements télégraphiques.

Le discours de la reine d'Angleterre pour la prorogation du Parlement, en 1849, fut expédié de Londres à Norwich, à la distance de 61 lieues, en moins de dix-huit minutes.

La nouvelle de la mort de l'empereur Nicolas, en 1855, est parvenue de Saint-Pétersbourg à Londres en quatre heures et quart. On a remarqué, à cette occasion, que la dépêche annonçant la mort de l'empereur Paul, en 1801, avait mis vingt et un jours à arriver à Londres.

Citons maintenant quelques-uns des nombreux services rendus jusqu'à ce jour par le télégraphe électrique.

Cet instrument a déjà été mis à profit pour la détermination des longitudes. Au mois de juin 1844, la différence de longitude entre Washington et Baltimore fut déterminée par ce moyen, sous la direction de M. Morse. Un signal télégraphique permit à deux personnes en station, l'une à Washington, l'autre à Baltimore, de comparer au même instant deux horloges mises respectivement à l'heure exacte de chacune de ces

villes. Le même moyen a été employé au mois de mai 1854 par MM. Airy et Le Verrier, directeurs des observatoires de Greenwich et de Paris, pour déterminer la différence de longitude entre ces deux villes.

Le télégraphe électrique est quelquefois employé sur les longues lignes américaines pour annoncer les tempêtes. Il y a peu de temps le télégraphe électrique de Chicago signala aux patrons de navires des ports de Cleveland et de Buffalo, ainsi qu'aux navires qui parcouraient le lac Ontario, l'approche d'une tempête venant du nord-ouest. L'ouragan ne traverse l'atmosphère qu'avec une rapidité d'environ 25 lieues à l'heure; il est donc facilement devancé par le télégraphe électrique. Un navire qui s'apprête à partir de New-York pour la Nouvelle-Orléans peut apprendre, par ce moyen, vingt heures à l'avance, qu'une tempête règne dans le golfe du Mexique.

Sur les chemins de fer, le télégraphe électrique est d'une utilité immense. Les services qu'il rend dans ce cas particulier sont beaucoup plus étendus qu'on ne l'imagine. On pourra s'en convaincre en lisant les pages suivantes empruntées au *Manuel de télégraphie électrique* de M. Walker.

« La télégraphie électrique, dit M. Walker, est grandement redevable aux chemins de fer pour la main amicale qu'ils lui ont tendue, et pour la protection qu'ils lui ont donnée : sans eux, cette invention serait restée longtemps à l'état de conception sans application ; ils lui ont offert des sentiers tout tracés qui ont permis de mettre sa valeur en évidence. Mais l'enfant n'a pas été ingrat envers son père : il lui a rendu dix fois plus qu'il n'en a reçu. Les paisibles poteaux et les conducteurs, le zinc et le vitriol, le cuivre, l'ivoire, la poterie et la gutta-percha entrent pour une plus grande part dans l'économie d'un chemin de fer que ne peuvent le supposer les actionnaires.

» Pour avoir une idée des services que peut rendre cette invention aux chemins de fer, prenez le travail fait à la station de Tonbridge pendant les trois mois d'août, septembre et octobre 1848. En se rapportant au livre des messages, où il est d'habitude

d'inscrire toutes les communications, on voit qu'il est passé dans cet intervalle plus de *quatre mille* messages, que j'ai soigneusement classés comme suit :

1° Concernant	les trains ordinaires.	1,468
2° —	les trains spéciaux.	429
3° —	les voitures et différents ustensiles. . .	795
4° —	les employés de la compagnie.	607
5° —	les machines.	150
6° —	les divers sujets.	162
7° Messages adressés à d'autres stations.	. . . . . .	499
	Total.	4,110

» Il serait trop long de faire l'analyse complète de ces sept groupes ; le lecteur s'imagine facilement qu'en ce qui concerne les convois, tout ce qui touche à la marche ou à la sûreté d'un train a été mille fois l'objet des signaux télégraphiques, et cela depuis l'instant de son départ jusqu'à ce qu'il ait atteint le but de son voyage. Ces messages annoncent la marche et l'arrivée du convoi d'une manière aussi distincte et aussi palpable aux yeux de l'esprit que si on le voyait réellement passer avec ses propres yeux. Cela est si vrai, que nous sommes habitués à dire : *Je vois passer* le convoi à tel ou tel endroit, quand, en réalité, nous ne voyons que le *signal télégraphique*. Si les trains sont en retard, la cause en est connue ; s'ils sont en détresse, ils ont bientôt du secours ; s'ils sont pressés et s'ils ne vont que lentement, ils demandent du renfort qu'on leur envoie ou qu'on leur prépare ; s'il y a quelque chose d'extraordinaire sur la ligne, ils en sont prévenus, et par conséquent mis à l'abri de tout embarras ; s'ils sont arrêtés faute de pouvoir marcher, on n'a plus besoin d'envoyer une machine à la découverte : quelques déviations d'aiguilles donnent tous les renseignements nécessaires.

» Les *trains spéciaux* ne peuvent être réellement spéciaux que sur un chemin de fer ayant un télégraphe. Mon idée d'un tel train est qu'on puisse l'avoir à *souhait*, et que le *chemin soit libre* devant lui. Sur un chemin de fer comme celui du Sud-Est, qui est la grande voie entre le continent et l'empire britannique, des courriers peuvent débarquer à toute heure, sans qu'on en soit nullement averti, et avoir besoin de se rendre immédiatement à Londres. Si le bateau à vapeur arrive à Folkstone avec des dé-

pêches pour les journaux du matin, remplies de grands événements nouveaux qui se rapportent à la guerre ou aux apparences de guerre, aux trônes qui chancellent ou aux couronnes qui tombent, circonstances qui n'étaient pas rares dans l'année 1848, le courrier ne doit pas redouter de manquer le train, ni craindre d'arriver trop tard à Londres pour la première édition. S'il ne trouve pas de machine à Folkstone, le télégraphe lui en aura bientôt fait venir une d'où il s'en trouve en réserve ; bien plus, il fera encore tenir la voie libre devant lui, en prévenant à temps le train qui le précède, de se ranger pour qu'il passe. Sur une ligne comme celle-ci, le voyageur qui se trouve dans le train en avant n'a pas à craindre qu'une machine impétueuse, portant avec elle la destruction et la mort, s'élance subitement sur lui. Les conducteurs de son train sont avertis par le télégraphe de ce qui vient derrière ; ils savent l'heure et l'endroit où il faudra se ranger pour déblayer le chemin.

» Une somme donnée de travail s'accomplit avec un moindre fonds de roulement sur un chemin de fer à télégraphe que sur un autre qui n'en est pas muni ; on y dépense beaucoup moins de travail à parcourir inutilement la ligne. Cette économie produite par le télégraphe est grande. Journellement, et presque à tout moment, les stations ont des besoins imprévus de voitures ou d'autres objets que peuvent leur procurer d'autres stations averties par le télégraphe. Dans l'espace de trois mois, il a été récemment fait environ mille demandes de voitures et autres objets. L'urgence et l'opportunité de ces demandes sont parfois singulières. A une petite station, dite Leadcorn, il arriva inopinément une quantité de houblon du voisinage ; il n'y avait ni trucks ni bâches, les dernières venaient d'être renvoyées, le temps était sombre et menaçant, de grosses gouttes commençaient à tomber ; le magasin et les tentes étaient pleins. On fit savoir l'embarras dans lequel on se trouvait à Ahsford, sans résultat ; à Cantorbéry, presque en vain ; à Tonbridge, qui ne put envoyer que quelques trucks, mais sans bâches pour les couvrir ; au dépôt enfin, d'où l'on envoya tout ce qu'il fallait. Si toutes ces allées et venues s'étaient faites par lettres, envoyées par un train, le mal aurait été fait quand les objets destinés à l'éviter seraient arrivés, car la lettre aurait d'abord été adressée à l'administration générale, à Londres, où elle serait probablement restée jusqu'au départ du train pour une des stations, Cantorbéry, par exemple, où l'em-

ployé sait, par les rapports de mouvements, que les objets demandés se trouvent. A Cantorbéry, l'objet aurait pu se trouver occupé, ou même, en supposant qu'on pût le prêter, on n'aurait pas eu immédiatement à sa disposition les moyens de l'envoyer.

» Plus de six cents messages, en trois mois, entre l'administration, les directions et les subordonnés, prouvent assez l'espèce d'omniprésence que peut donner le télégraphe à une direction de chemin de fer. Il lui épargne de longues heures d'attente, des voyages, des allées et venues qu'il faudrait faire, et lui abrége ainsi bien des inquiétudes. Il résulte de ce fait beaucoup de confiance dans le service, parce que l'administration peut toujours donner les instructions inopinément nécessaires, et être à chaque instant consultée, au besoin, par ses employés de toutes les parties de la ligne. »

Les journaux anglais et américains se plaisent à raconter des faits particuliers qui viennent, par intervalles, prouver d'une manière frappante tous les avantages du télégraphe électrique dans les rapports privés des citoyens.

En 1848, un convoi du chemin de fer avait apporté à Norwich la nouvelle de la chute du pont suspendu de Yarmouth. Qu'on juge de l'inquiétude et de l'effroi des habitants! Ils avaient presque tous leurs enfants en pension à Yarmouth. Ils coururent en foule à la station du chemin de fer, demandant à grands cris des nouvelles de leurs enfants : « Tous les enfants sont sauvés! » dit le télégraphe électrique.

Au mois d'octobre 1846, un déserteur du vaisseau américain la *Pensylvania*, en rade à Norfolk, emporta au comptable du navire une somme de 3,000 francs, et prit, avec le produit de ce vol, le chemin de fer de Baltimore. Le fait reconnu, le comptable se rendit en toute hâte à la station télégraphique de Washington, et fit transmettre à Baltimore le signalement du coupable, avec ordre de l'arrêter. Dix minutes après, la police de Baltimore tenait entre ses mains l'ordre d'arrestation, et au bout d'une demi-heure arrivait à Washington la dépêche sui-

vante : « Le déserteur est arrêté, il est en prison ; que faut-il en faire ? »

On a vu plusieurs fois, en Amérique et en Angleterre, deux amateurs d'échecs, placés à cinquante lieues de distance, faire leur partie par le télégraphe aussi facilement que s'ils étaient assis en face l'un de l'autre. « Pendant l'affreuse tourmente du 5 décembre 1846, dit M. Vail, au milieu de l'obscurité de la nuit, pendant que la pluie tombait à torrents et que le vent soufflait avec rage, une société assise tranquillement autour d'une table dans une chambre, à Washington, jouait paisiblement une partie d'échecs avec une autre société aussi commodément assise à Baltimore ; le télégraphe agissait malgré le vent, la pluie, l'orage et l'obscurité (1). »

Un mariage fut célébré en 1846, par l'intermédiaire du télégraphe électrique, entre deux personnes dont l'une habitait Boston et l'autre Baltimore, et qui trouvèrent commode d'arranger, sans se déplacer, cette petite affaire. Mais la validité d'un tel mariage devint, à bon droit, la cause d'un procès.

Pendant la célébration d'une messe de mariage dans une paroisse d'Angleterre, l'une des demoiselles d'honneur de la mariée s'esquiva de l'église, et disparut avec l'un de ses admirateurs. Le télégraphe électrique fut aussitôt mis en réquisition sur toutes les lignes de chemins de fer, pour donner l'ordre d'arrêter les fugitifs, fortement soupçonnés d'aller invoquer l'assistance du forgeron de Gretna-Green. Le télégraphe ne fonctionna que trop bien, car en même temps que les coupables étaient rejoints, quatre couples de jeunes époux, très légitimement unis dans la matinée, se trouvaient arrêtés sur d'autres points de la même ligne, et voyaient leurs excursions matrimoniales désagréablement suspendues par l'intervention de la police.

(1) *Le télégraphe électro-magnétique américain*, par M. A. Vail.

Le télégraphe électrique a été mis quelquefois au service de la médecine. Le malade et le médecin étaient installés chacun à l'une des stations, le malade transmettait les symptômes de son mal, et le docteur donnait la réplique par l'envoi de son ordonnance. On lisait, dans un journal américain, l'article suivant :

« Hier, avant midi, un monsieur entra dans le cabinet du télégraphe, à Buffalo, et témoigna le désir de consulter le docteur Steven, résidant à Lockport. Prévenu de ce désir, le docteur se rendit au cabinet télégraphique de Lockport. Le monsieur lui annonça alors que sa femme était gravement malade, et lui fit connaître les symptômes caractéristiques de la maladie. Le médecin indiqua les remèdes à employer. Tous deux convinrent ensuite, si la malade n'allait pas mieux, de se retrouver le lendemain matin aux extrémités de la ligne télégraphique. Le lendemain le monsieur ne parut point. Sans doute, la consultation avait amené une guérison subite. » — Ou bien encore, osons-nous ajouter, la malade était morte.

Le 1er janvier 1850, le télégraphe électrique prévint en Angleterre une grave catastrophe. Un train vide s'étant choqué à Gravesend, le conducteur fut jeté hors de la machine, et celle-ci continua à courir seule et à toute vapeur vers Londres. Avis fut immédiatement donné par le télégraphe à Londres et aux stations intermédiaires; ensuite le directeur s'élança sur la ligne, avec une autre machine, à la poursuite de l'échappée; il l'atteignit et manœuvra de manière à la laisser passer; puis il se mit en chasse après elle. Le conducteur de la machine réussit enfin à s'emparer de la fugitive et tout danger disparut. Onze stations avaient déjà été traversées, et la locomotive n'était plus qu'à deux milles de Londres quand on l'arrêta. Si l'on n'avait pas été prévenu de l'événement, le dommage causé par la locomotive aurait surpassé la dépense de toute la ligne télégraphique. Ainsi le télégraphe paya ce jour-là le prix de son installation.

Un second fait du même genre arriva, pendant la même année, sur le chemin de fer de Londres au Nord-Ouest. Par un de ces jours sombres et brumeux si communs en Angleterre, une locomotive abandonnée par mégarde à elle-même prit tout d'un coup son essor, et s'élança, en pleine vapeur, avec une vitesse effrayante, vers la gare d'Easton. Tous ceux qui la virent s'échapper sans guide, sur un chemin parcouru par de nombreux convois, s'attendaient à des accidents terribles. Mais le télégraphe électrique eut bientôt dépassé la fugitive, et en quelques minutes l'événement était transmis à la station de Camden. On eut le temps de tourner les aiguilles de manière à diriger la locomotive égarée sur une voie latérale, où elle ne rencontra que quelques wagons de charge qui arrêtèrent sa course désordonnée.

Le 22 décembre 1854, il se passa sur le chemin de fer de Rion à Dax, dans le département des Landes, un épisode des plus émouvants. Dans un wagon occupé par plusieurs voyageurs se trouvait une dame des environs de Dax, avec sa fille, âgée d'environ trois ans. Celle-ci, dans un brusque mouvement, se jette contre la portière, qui s'ouvre ; l'enfant tombe sur la voie. La mère, éperdue, veut se précipiter après sa fille ; mais les voyageurs la retiennent, et joignent leurs cris à ceux de cette infortunée pour faire arrêter le train. Malheureusement ces cris ne sont pas entendus, et l'on arrive à la gare de Dax, où se trouvait le père de la petite fille, attendant la venue du convoi. On juge de la poignante scène qui se passa entre cette mère éplorée et son mari.

Mais déjà le télégraphe électrique avait signalé l'événement sur la ligne, et arrêté à Rion un nouveau convoi qui se mettait en route. Une locomotive de secours est expédiée, de la gare de Dax, sur le lieu de l'accident. En approchant de l'endroit désigné, la locomotive ralentit sa marche, et bientôt les éclaireurs aperçoivent la petite fille endormie sur la voie, la tête

appuyée sur un rail. Elle est aussitôt recueillie, et la locomotive revient à toute vitesse à son point de départ. L'enfant, à son arrivée, se jette dans les bras de sa mère, et après l'avoir couverte de baisers lui dit :

— J'ai faim, maman, donne-moi du pain !

Les journaux anglais ont raconté avec beaucoup de détails le fait suivant, qui produisit à Londres une vive sensation, et qui fournit, en effet, une preuve éclatante de l'utilité du télégraphe électrique.

Au mois de janvier 1844, un horrible assassinat fut commis à Salthill. L'assassin, nommé John Tawell, s'étant rendu précipitamment à Slough, y prit une place pour Londres dans le train du chemin de fer, qui passait, à cette station, à sept heures quarante-deux minutes du soir. La police, avertie du crime, était déjà à sa poursuite. Elle arriva à Slough, sur les traces du coupable, presque au moment où le convoi du chemin de fer devait entrer dans Londres. Mais le télégraphe électrique fonctionnait, et pendant que le meurtrier, confiant dans la vitesse extraordinaire du convoi, se croyait en sûreté parfaite, le message suivant volait sur les fils du télégraphe :

Un assassinat vient d'être commis a Salthill. On a vu celui qu'on suppose être l'assassin prendre un billet de première classe pour Londres, par le train qui a quitté Slough a sept heures quarante-deux minutes du soir. Il est vêtu en quaker avec une redingote brune qui lui descend presque sur les talons. Il est dans le dernier compartiment de la seconde voiture de première classe.

Arrivé à Londres, John Tawell se hâta de monter dans l'un des omnibus du chemin de fer. Blotti dans un coin de la voiture, il se croyait dès ce moment à l'abri de toutes les atteintes de la justice. Cependant le conducteur de l'omnibus, qui n'était

autre chose qu'un agent de police déguisé, ne le perdait pas de vue, sûr de tenir son homme, comme un rat dans une souricière. Parvenu dans le quartier de la Banque, John Tawell descendit de l'omnibus, se dirigea vers la statue du duc de Wellington et traversa le pont de Londres; il entra ensuite au café du Léopard, dans le Borough, et se retira enfin dans une maison garnie du voisinage. L'agent de police qui, attaché à ses pas, l'avait suivi dans toutes ses évolutions, entra après lui, et tenant la porte entr'ouverte, lui demanda d'un ton calme :

— N'êtes-vous pas arrivé ce soir de Slough?

A cette question si effrayante pour le coupable, John Tawell se troubla et balbutia un *non* qui était l'aveu de son crime. Arrêté aussitôt, il fut mis en jugement, condamné comme assassin et pendu.

« A quelques mois de là, dit le journal *The family library*, nous faisions le trajet de Londres à Slough, par le chemin de fer, dans une voiture remplie de personnes étrangères les unes aux autres. Tout le monde gardait le silence, comme c'est assez généralement l'usage des voyageurs anglais. Nous avions déjà parcouru près de quinze milles sans qu'un seul mot eût été prononcé, lorsqu'un petit monsieur, à la taille épaisse, au cou court, à l'air d'ailleurs très respectable, qui était assis à l'un des coins de la voiture, fixant les yeux sur les poteaux et les fils du télégraphe électrique, qui semblaient voler dans un sens opposé au nôtre, murmura tout haut, en accompagnant son observation d'un mouvement de tête significatif :

» — *Voilà les cordes qui ont pendu John Tawell !* »

LA GALVANOPLASTIE

ET

LA DORURE CHIMIQUE.

LA GALVANOPLASTIE

ET

LA DORURE CHIMIQUE.

On a dit souvent que la sagesse et le génie de la création se manifestent avec autant d'évidence dans les faits les plus humbles du monde physique que dans les plus imposants phénomènes dont la nature étale à nos yeux la magnificence et l'éclat. La structure intime du germe contenu dans un fruit, l'admirable disposition des yeux microscopiques de certains insectes, les premiers linéaments de la vie apparaissant au sein de la trame végétale, toutes ces actions presque invisibles qui s'accomplissent dans un espace inappréciable à nos sens, révèlent avec autant de force la prévision infinie de la nature que le brillant aspect de nos campagnes décorées des riches présents de Dieu. Cette pensée ne perd rien de sa justesse, transportée dans le domaine des sciences. Pour comprendre toute la valeur des sciences modernes, il n'est pas nécessaire d'invoquer leurs plus imposantes créations. Ni la locomotive ardente courant au fond de nos vallées, ni le navire immense se jouant sur les flots, grâce à la secrète impulsion de la vapeur, ni ces machines admirables, où la force d'un seul homme, appliquée au bout d'un levier, se trouve, par es combinaisons infinies de la mécanique, centuplée à l'autre extrémité, aucun de ces grands

spectacles si justement admirés n'est nécessaire au but dont nous parlons. Pour deviner toute la portée future des inventions de notre époque, il suffit de jeter les yeux sur une plaque métallique de quelques centimètres : sur une lame d'argent portant une empreinte daguerrienne, ou sur une épreuve de cuivre galvanoplastique. La science qui, dans un instant indivisible, a su imprimer sur une surface inerte cette merveilleuse image des objets qui nous entourent; celle qui, par l'action obscure et insaisissable d'un courant électrique, a plié le métal rebelle à tous les caprices, à toutes les fantaisies de la volonté, est évidemment destinée à accomplir un jour des prodiges dont tous les progrès réalisés aujourd'hui seraient impuissants à nous fournir la mesure.

La galvanoplastie est, en effet, de toutes nos inventions, celle qui prépare à l'avenir les plus singuliers, les plus étonnants résultats. Dans un temps plus ou moins prochain, elle menace les formes et les procédés actuels de l'industrie de perturbations profondes. Par elle, la pile voltaïque, descendue du laboratoire du savant, est venue s'asseoir dans l'atelier, et les procédés scientifiques ont trouvé leur place dans les opérations des arts. Le rôle de la pile, comme agent de l'industrie, est destiné à acquérir tôt ou tard une importance infiniment plus sérieuse, et le moment n'est peut-être pas très éloigné où les courants électriques et les traitements par les réactifs remplaceront, dans nos usines, les grandes opérations par le feu. Alors les ateliers de la métallurgie présenteront un spectacle extraordinaire. Au lieu de ces foyers immenses qui dressent éternellement vers le ciel leurs tourbillons enflammés, un instrument presque informe, composé de l'assemblage de deux métaux sans valeur, accomplira les mêmes opérations sans dépense, sans bruit, sans appareil visible. Au lieu de ces bruyantes armées d'ouvriers qui s'agitent jour et nuit dans une fournaise ardente, consumés par le feu, noircis par la fumée, livrés aux

labeurs les plus rudes, on verra, dans une série de beaux laboratoires, une légion de tranquilles opérateurs s'appliquer à manier en silence les appareils d'électricité, et soumettre les minerais et les métaux au jeu varié des affinités chimiques.

Cette pensée paraîtra sans doute à bien des lecteurs empreinte, pour ne rien dire de plus, d'une singulière exagération. C'est qu'en effet la galvanoplastie est encore parmi nous à peu près inconnue. Il nous suffira donc, pour justifier notre pensée, de décrire ses procédés, l'état présent de cet art nouveau, et les applications qu'il a reçues. On comprendra, d'après les résultats obtenus aujourd'hui, ce que l'avenir peut attendre de cette nouvelle et brillante application des travaux scientifiques de notre époque.

On donne le nom de *galvanoplastie* à un ensemble de moyens qui permettent de précipiter sur un objet, par l'action d'un courant galvanique, un métal en dissolution dans un liquide, de manière à former à la surface de cet objet une couche continue qui représente exactement tous les détails de l'original.

Les opérations galvanoplastiques permettent de reproduire les médailles, les monnaies, les sceaux, les cachets, les timbres, les bas-reliefs et les statues. Les chefs-d'œuvre de la sculpture, reproduits à peu de frais, peuvent ainsi devenir populaires, et, multipliés indéfiniment, braver les injures du temps et les atteintes des hommes. La galvanoplastie est donc à la sculpture ce que l'imprimerie est à la pensée humaine. Elle peut encore multiplier à volonté une planche de cuivre gravée, et rendre ainsi éternel le type primitif sorti des mains de l'artiste. Elle est en mesure d'apporter de sérieux perfectionnements à l'art déjà si avancé de la typographie : elle donne le moyen de fabriquer des moules pour la fonte des caractères d'imprimerie et même des caractères pour l'impression. Dans une sphère différente, la galvanoplastie vient en aide aux besoins de la vie, en recou-

vrant, par des procédés simples et peu coûteux, nos ustensiles domestiques, d'une couche protectrice d'un métal inaltérable, comme l'or, le platine ou l'argent. Enfin, se prêtant à tous les caprices de l'art, elle permet de reproduire en cuivre les moules obtenus avec toute espèce d'objets naturels, tels que des fruits, des végétaux, des parties d'organes empruntées aux animaux ou aux plantes.

Tels sont, en quelques mots, les principaux objets qui forment le domaine de la galvanoplastie. Essayons maintenant d'exposer les recherches qui ont amené la création de cet art nouveau ; nous ferons connaître ensuite les principes scientifiques qui lui servent de base, et les applications principales qu'il a trouvées jusqu'à ce jour dans la pratique des arts.

CHAPITRE PREMIER.

Découverte de l'électro-chimie. — Volta. — Brugnatelli. — M. De la Rive. — Travaux de M. Thomas Spencer et de Jacobi.

La métallurgie électro-chimique a eu la singulière destinée d'être découverte à la fois par deux physiciens placés aux deux extrémités de l'Europe, qui n'avaient eu mutuellement aucune connaissance de leurs travaux respectifs. Dans l'année 1837, M. Thomas Spencer en Angleterre, et le professeur Jacobi en Russie, découvraient, chacun de son côté, ses principes essentiels, et réalisaient ses applications les plus délicates.

Volta avait à peine accompli, au commencement de notre siècle, la découverte de la pile électrique, qu'il observa une de ses propriétés les plus remarquables, c'est-à-dire la décomposition chimique que cet appareil fait éprouver aux substances

soumises à son action. Ce physicien célèbre constata, dès l'année 1801, que la dissolution d'un sel métallique, soumise à l'influence de la pile, se trouve aussitôt réduite en ses éléments, de telle sorte que le métal vient se déposer au pôle négatif. Ce grand phénomène devint plus tard l'objet d'un nombre considérable d'études et d'expériences théoriques qui devaient largement agrandir le champ de nos connaissances dans le domaine de l'électricité. Mais au début, rien n'indiquait encore que la réduction des métaux par le fluide électrique pût devenir susceptible de quelques applications dans les arts. En effet, la substance qui se déposait sur les fils de la pile n'avait aucun des caractères physiques qui distinguent les métaux ; c'était une poudre noire ou grise, sans cohérence, sans continuité, dépourvue d'éclat, et privée, en un mot, de tout caractère métallique. On ne découvrit que longtemps après que, dans certaines circonstances, les métaux formés par la voie galvanique peuvent présenter l'éclat, la cohérence, la continuité et tous les caractères propres aux métaux obtenus par fusion. Cette observation devait suffire pour donner naissance à l'électro-métallurgie.

Le fait essentiel sur lequel la galvanoplastie repose n'a été signalé d'une manière bien positive que dans l'année 1837 ; quelques chimistes avaient eu, il est vrai, l'occasion de l'observer avant cette époque, mais reconnu d'une manière accidentelle et dans le cours de recherches d'un autre ordre, imparfaitement étudié d'ailleurs et ignoré du reste des savants, il n'avait pas tardé à tomber dans l'oubli.

Brugnatelli, élève et collaborateur de Volta, avait réussi dès l'année 1801 à dorer l'argent au moyen de la pile, en conservant à l'or tout son brillant métallique. Mais le résultat obtenu par Brugnatelli n'avait à cette époque aucune importance scientifique, et l'intérêt que la galvanoplastie inspire de nos jours a pu seul conduire à chercher dans la poudre des recueils scien-

tifiques de l'Italie les traces de cette tentative oubliée. Le procédé de Brugnatelli ne se trouve décrit que dans un petit ouvrage presque inconnu même en Italie, intitulé *Bibliotheca di Cagliardo*, publié en 1807, et qu'un savant italien, M. Grimelli, a récemment exhumé (1). Le résultat obtenu par le chimiste de Pise était donc ignoré des savants du reste de l'Europe et de ses compatriotes eux-mêmes. Le recueil, fort peu répandu d'ailleurs, publié à Bruxelles par Van Mons, sous le titre de *Journal de chimie et de physique*, avait, il est vrai, consacré quelques lignes au fait signalé par Brugnatelli ; mais il suffit de citer les termes dans lesquels cette observation est rapportée, pour comprendre qu'elle n'ait pas dû fixer beaucoup l'attention des physiciens.

« La méthode la plus expéditive, dit Brugnatelli, de réduire à l'aide de la pile les oxydes métalliques dissous, est de se servir, à cet effet, de leurs ammoniures : c'est ainsi qu'en faisant plonger les extrémités de deux fils conducteurs de platine dans de l'ammoniure de mercure, on voit en peu de minutes le fil du pôle négatif se couvrir de gouttelettes de ce métal : de cobalt, si l'on opère avec du cobalt ; d'arsenic, si l'on opère avec de l'arsenic, etc. Je me servis de fils d'or pour réduire de cette manière

(1) Voici le passage original de Brugnatelli :
« Prenez une partie saturée d'or dissous par l'acide hydrochloronitrique, ajoutez-y six parties d'ammoniaque liquide, la dissolution s'y décompose, et il se précipite un *thermoxyde* d'or qui se dissout aussitôt en partie pour former l'ammoniure d'or. On recueille ce mélange dans un vase de verre. Les objets destinés à être dorés sont fixés solidement à un fil d'acier ou d'argent, que l'on fait ensuite communiquer au pôle négatif d'une pile voltaïque. L'objet d'argent qui doit être doré plonge entièrement dans le liquide contenant l'ammoniure d'or; le courant galvanique est fermé par une grosse bande de carton mouillé, qui de l'ammoniaque passe au pôle positif de la pile. En quelques heures l'argent se trouve entièrement doré par l'action galvanique. La dorure peut être mise en couleur par les moyens ordinaires, et on lui fait prendre le plus vif éclat avec la gratte-boesse des doreurs. » (*Bibliothèque de campagne*, publiée à Milan, 1807, t. X, p 185 et suiv.)

l'ammoniure de platine, que j'ai dernièrement obtenu et examiné. Le platine ainsi réduit sur l'or a une couleur qui tourne vers le noir; mais étant frotté entre deux morceaux de papier, il prend l'éclat de l'acier. Je fis usage de fils d'argent pour réduire l'or, ce qui réussit promptement (1). »

On trouve, dans une autre livraison du même recueil, le passage suivant, qui fait partie d'une lettre adressée par Brugnatelli à Van Mons :

« Volta travaille toujours sur l'électricité; il a dernièrement construit différentes piles composées de seules substances salines de différentes matières, avec les solutions desquelles il imprégnait des disques d'or. Lorsqu'il aura terminé son travail, je vous le communiquerai.

» J'ai dernièrement doré d'une manière parfaite deux grandes médailles d'argent en les faisant communiquer à l'aide d'un fil d'acier avec le pôle négatif d'une pile de Volta, et en les tenant l'une après l'autre plongées dans des ammoniures d'or nouvellement faits et bien saturés (2). »

Les indications de Brugnatelli étaient, comme on le voit, exprimées en termes trop vagues pour engager les savants à poursuivre l'examen du fait qu'il annonçait. Les essais du physicien de Pise n'ont donc exercé aucune influence sur la création de l'électro-chimie.

La galvanoplastie aurait pu prendre peut-être plus facilement naissance à l'époque de la découverte de la nouvelle pile voltaïque imaginée par M. Daniell, et qui porte le nom de ce physicien. Lorsque M. Daniell fit les premiers essais de cette nouvelle disposition de la pile, il remarqua, en enlevant un fragment de cuivre qui s'était déposé au pôle négatif, que les

(1) *Journal de physique et de chimie*, de Van Mons, 1802, t. V, p. 80.

(2) *Ibidem*, p. 357.

éraillures du conducteur de platine se trouvaient fidèlement reproduites sur le cuivre précipité. Cette observation aurait pu conduire à la découverte de la galvanoplastie ; mais, comme M. Daniell portait alors toute son attention sur la marche et la construction de son instrument, il ne poussa pas plus loin l'examen de ce fait.

Une remarque du même genre peut s'appliquer à M. De la Rive, qui, de son côté, eut plus tard entre les mains le fait primitif qui sert de base à la galvanoplastie, et néanmoins le laissa passer sans soupçonner son importance. Peu de temps après la découverte de la pile de Daniell, M. De la Rive fit quelques expériences sur cet appareil. Dans un article inséré dans le *Philosophical Magazine*, ce physicien, après avoir décrit une forme particulière de la pile de Daniell à laquelle il donne la préférence, fait l'observation suivante : « La plaque de cuivre est recouverte d'une couche de cuivre à l'état métallique, qui s'y est incessamment déposée par molécules, et telle est la perfection de la feuille de métal ainsi formée, que lorsqu'elle est enlevée, elle offre une copie fidèle de chaque éraillure de la plaque métallique sur laquelle elle reparaît. » M. De la Rive ne semble pas avoir songé aux résultats remarquables auxquels devait conduire plus tard l'examen de ce fait en apparence si simple. Ce n'est que dix ans après, que cette observation, faite de nouveau en Angleterre et étudiée cette fois avec toute l'attention qu'elle méritait, eut pour conséquence d'amener la création de la galvanoplastie.

A la fin du mois de septembre 1837, un jeune physicien anglais, M. Thomas Spencer, s'occupait à Liverpool à répéter età vérifier les belles expériences de M. Becquerel sur la formation artificielle des espèces minérales à l'aide de courants électriques d'une faible intensité ; c'est dans le cours de ces essais que le hasard lui fournit l'occasion de constater le fait qui devait donner naissance à la galvanoplastie. M. Spencer agis-

sait avec un seul couple voltaïque formé d'un disque de cuivre uni par un fil métallique à un disque de zinc. L'élément cuivre plongeait dans une dissolution de sulfate de cuivre, l'élément zinc dans une dissolution de sel marin ; les deux dissolutions, placées dans des vases de terre, étaient séparées l'une de l'autre par une cloison poreuse de plâtre. C'est là, comme le savent les physiciens, le petit appareil construit par Becquerel pour produire un courant électrique faible et continu : c'est une pile voltaïque réduite, pour ainsi dire, à son expression la plus simple. Le fil de cuivre qui, dans le petit appareil de M. Spencer, réunissait les deux métaux, était verni avec de la cire à cacheter; or il arriva qu'en recouvrant ce fil de cireà cacheter, quelques gouttes de cire tombèrent sur le disque de cuivre et y adhérèrent, de telle sorte que, lorsque l'appareil fut mis en action, le cuivre réduit, en se déposant sur l'élément négatif, vint s'arrêter sur les bords des petites gouttelettes de cire tombées sur la plaque. Le métal précipité avait d'ailleurs l'éclat, la cohérence et toutes les propriétés du cuivre obtenu par fusion. « Je compris aussitôt, dit M. Spencer, qu'il était en mon pouvoir de guider à mon gré le dépôt de cuivre et de le couler en quelque sorte dans les sillons creusés avec une pointe sur une plaque de cuivre verni. »

M. Spencer prit donc une plaque de cuivre, il la couvrit d'un vernis résineux ; sur ce vernis il creusa des lettres avec un burin, et soumit la lame de cuivre ainsi préparée à l'action d'un courant voltaïque. Le résultat fut tel qu'il l'avait prévu : le métal réduit vint remplir les sillons tracés sur le vernis et forma de véritables caractères typographiques de cuivre en relief. M. Spencer parvint à rendre ce procédé assez pratique pour qu'une planche de cuivre recouverte de ces caractères en relief pût être soumise à la presse. Dès l'année 1838, des épreuves sur papier obtenues avec cette sorte de cliché d'origine électrique furent distribuées dans le public.

Cependant, si les recherches de M. Spencer n'avaient pas eu de résultat plus utile, il est probable que la galvanoplastie n'aurait trouvé dans la pratique que de rares applications. Heureusement un autre accident lui fit entrevoir sa découverte sous un aspect nouveau. Un jour, comme il avait besoin d'une plaque de cuivre pour former un de ses petits couples voltaïques, ne trouvant point sous sa main de disque de cuivre, il prit une pièce de monnaie qu'il réunit par un fil métallique à une rondelle de zinc. Ce couple fut disposé comme à l'ordinaire, et le dépôt commença à s'effectuer. Mais, comme après quelques heures écoulées l'expérience ne marchait pas suivant son désir, il démonta son appareil et se mit à arracher par morceaux le cuivre réduit qui recouvrait l'élément négatif. Il ne fut pas alors peu surpris de voir tous les accidents et tous les détails de la pièce de monnaie reproduits sur ces fragments de cuivre avec une fidélité extraordinaire. « Je résolus alors, dit M. Spencer, de répéter la même expérience en faisant usage d'une médaille de cuivre dont le relief serait considérable. J'en formai, comme auparavant, un couple voltaïque : j'y fis déposer une croûte de cuivre d'un millimètre d'épaisseur environ; puis je détachai avec soin, mais non sans quelque peine, le dépôt formé. J'examinai le résultat à la loupe, et je vis tous les détails de la médaille reproduits avec une merveilleuse fidélité sur la contre-épreuve voltaïque. »

Après une telle observation, la galvanoplastie était créée; il est inutile de dire, en effet, qu'après avoir ainsi moulé en creux des médailles et des pièces de monnaie, M. Spencer se servit de ces moules pour en obtenir des contre-épreuves qui étaient les fac-simile parfaits de l'original. Dans les premiers mois de 1838, des monnaies et des médailles ainsi obtenues étaient chose commune à Liverpool. On en soumit quelques-unes à l'examen d'un habile frappeur de médailles de Birmingham. Cet expert déclara que les médailles soumises à son inspection

étaient frappées au balancier; il faisait seulement remarquer qu'on avait « altéré le revers de ces médailles par l'emploi des acides. » L'expert ajouta charitablement qu'il conseillait à M. Spencer de ne pas compromettre sa réputation en prolongeant des mystifications pareilles.

Pendant que cette découverte s'accomplissait à Liverpool, le physicien Jacobi, en Russie, était conduit, par une autre voie, à des résultats presque identiques.

Ce fut à Dorpat, en février 1837, que Jacobi découvrit, de son côté, le fait capital de la plasticité du cuivre, qui devint l'origine de tous ses travaux sur l'électro-chimie. Il trouva imprimées sur une feuille métallique quelques traces microscopiques de cuivre du dessin le plus régulier : c'est en recherchant le mode de formation de ces empreintes et en essayant de les reproduire qu'il découvrit le fait de plasticité du cuivre obtenu par la pile. Il soumit à l'action de courants électriques des plaques de métal sur lesquelles on avait tracé au burin des figures et des caractères; la décomposition du sulfate de cuivre donna naissance à des dépôts de cuivre qui offraient, en relief, l'empreinte exacte du dessin gravé en creux sur l'original. Par l'emploi de piles d'une faible intensité et d'un courant continu, il réussit bientôt à obtenir en relief l'empreinte d'une plaque de cuivre gravée au burin et de dimensions assez considérables. Cette plaque, premier résultat satisfaisant des travaux de Jacobi, fut présentée à l'Académie des sciences de Saint-Pétersbourg, le 5 octobre 1838 (17 octobre de notre style). Le ministre de l'instruction publique le présenta à l'empereur, qui s'empressa de mettre à la disposition de Jacobi les fonds nécessaires pour poursuivre ses études. La découverte du savant académicien acquit dès lors en Russie un très grand retentissement.

Jacobi reconnut, comme M. Spencer et en même temps que lui, que la condition indispensable pour obtenir des dépôts réguliers et plastiques, c'est d'employer un courant d'une

faible intensité, et d'agir sur des dissolutions toujours saturées; mais l'académicien russe laissa bien loin de lui l'expérimentateur anglais par la découverte qu'il fit, en 1849, du système connu aujourd'hui des physiciens sous le nom d'*anodes* ou d'*électrodes solubles.*

Lorsque Jacobi commença à opérer, l'objet à copier faisait lui-même partie de la pile galvanique, il formait l'élément négatif et plongeait dans la dissolution de sulfate de cuivre; mais la dissolution s'épuisait peu à peu, et il était nécessaire de l'entretenir au degré de saturation, en lui fournissant de nouveaux cristaux de sel au fur et à mesure de leur réduction. Or, Jacobi trouva, en 1839, que si l'on attache le moule au pôle négatif, et *que l'on dispose au pôle positif une lame du métal même qui est en dissolution dans le bain*, cette lame, qui porte alors le nom d'*anode* ou *électrode soluble*, entre elle-même en dissolution dans le bain en quantité à peu près égale à celle qui se dépose dans le moule Si, par exemple, on opère avec une dissolution de sulfate de cuivre, et que l'on attache au pôle positif de la pile une lame de cuivre, l'oxygène mis en liberté par la décomposition de l'eau se porte au pôle positif, là il rencontre le cuivre et l'oxyde, c'est-à-dire le fait passer à l'état d'un composé susceptible de se dissoudre dans l'acide libre existant dans la liqueur, et par cette action continue, à mesure qu'il se fait au pôle négatif un dépôt de cuivre aux dépens de la dissolution saline, le cuivre métallique attaché au pôle positif se dissout dans le liquide à peu près dans les mêmes proportions.

La découverte des anodes exerça une influence immense sur les progrès de la galvanoplastie. Elle permit de séparer le couple voltaïque qui engendre le courant de l'appareil dans lequel l'empreinte s'effectue. Le procédé galvanoplastique devint par là beaucoup plus simple, le succès plus assuré et le temps dans lequel les résultats peuvent être obtenus infiniment plus court.

Enfin on put obtenir des dépôts métalliques de toute forme et de toute dimension.

Cependant la galvanoplastie ne pouvait recevoir encore des applications bien étendues, car on ne pouvait opérer qu'avec un moule de cuivre; les moules non métalliques ne pouvaient être employés, en raison de leur défaut de conductibilité pour le fluide électrique. Mais une observation faite en France par M. Bocquillon, en Angleterre par M. Murray, et bientôt aussi par MM. Spencer et Jacobi, permit d'effectuer les dépôts métalliques à la surface de presque tous les corps indifféremment. On reconnut que les corps qui ne conduisent pas l'électricité, et qui jusque-là n'avaient pu se prêter aux opérations de la galvanoplastie, peuvent recevoir le dépôt métallique, si l'on recouvre préalablement leur surface d'une couche pulvérulente d'un corps conducteur de l'électricité. La plombagine, ou mine de plomb, est la substance qui remplit le mieux cet objet. On put, dès ce moment, au lieu d'opérer uniquement sur un moule métallique, se procurer des empreintes de plâtre des objets à reproduire, et effectuer le dépôt sur ces moules rendus conducteurs par la plombagine. Ce dernier résultat obtenu, la galvanoplastie put recevoir les applications variées et étendues qui lui assurent une place si distinguée parmi les créations de la science moderne.

Le plâtre a été, avec la cire à cacheter, la seule substance qui ait d'abord servi à la confection des moules galvanoplastiques. On a découvert ensuite dans la gélatine, coulée à chaud et retirée du moule après le refroidissement, une matière plastique se prêtant très heureusement à cet objet par la fidélité avec laquelle elle conserve l'empreinte des objets à reproduire, et par son élasticité, qui permet de retirer le moule sans le déchirer. Enfin une dernière substance, bien supérieure aux précédentes, la *gutta-percha*, a été appliquée à la confection des moules galvanoplastiques. Cette matière, qui se ramollit

par la chaleur, est appliquée à chaud sur l'objet, dont elle reproduit tous les détails avec une fidélité étonnante ; après le refroidissement, on la détache sans difficulté. La gutta-percha est presque la seule matière plastique employée aujourd'hui pour la confection des moules dans la galvanoplastie, et c'est de la découverte de l'emploi de cette substance que date l'essor important qu'a pris la galvanoplastie industrielle.

Ajoutons, pour terminer ce tableau abrégé des progrès de la galvanoplastie, que l'on a réussi, dans ces derniers temps, à obtenir en argent précipité par la pile les dépôts que l'on n'avaient pu former longtemps qu'avec le cuivre. Du cyanure d'argent dissous dans le cyanure double de potassium et de fer forme un bain galvanoplastique, qui, décomposé par la pile de Volta, fournit un dépôt métallique d'argent pur. Tout annonce que l'art de l'orfévrerie tirera bientôt un parti très important de cette belle application de la galvanoplastie.

On voit, par ce résumé rapide, que la galvanoplastie n'est autre chose, en définitive, qu'une série d'applications des découvertes de la physique et de la chimie de notre époque : c'est le propre des sciences bien affermies de tenir, contenues dans leurs principes, une longue série de conséquences et d'applications qu'il appartient au temps de développer, et qu'il ne manque jamais de développer.

CHAPITRE II.

Description des appareils employés dans la galvanoplastie. — Principales opérations galvanoplastiques. — Applications diverses de ces procédés.

On se propose, dans la galvanoplastie, d'obtenir à l'aide de la pile voltaïque, sur un objet donné, la précipitation d'un métal dissous dans un liquide, de manière à obtenir à la surface de cet objet une couche continue, mais non adhérente, qui reproduise tous les détails du modèle. Si le dépôt se fait à l'intérieur, on obtient la reproduction *intérieure* du modèle, et la couche ainsi formée est destinée à servir de moule. Si le dépôt a lieu à l'extérieur, il a pour effet de provoquer sur ce moule la précipitation d'une couche métallique, qui, séparée du moule, est dès lors la reproduction *extérieure* du type primitif.

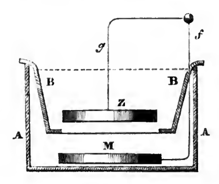
Donnons d'abord, d'une manière générale, la description des appareils en usage pour les opérations de la galvanoplastie; nous décrirons ensuite ces opérations elles-mêmes, et nous passerons enfin en revue la nombreuse série des applications qu'elles ont reçues.

Pour provoquer le courant électrique et pour recevoir le dépôt métallique, on peut se servir de deux appareils, l'*appareil simple* ou l'*appareil composé.* Dans le premier, l'objet destiné à être reproduit, fait lui-même partie du couple voltaïque qui doit provoquer le courant. Dans le second, le courant voltaïque se produit en dehors de la liqueur à décomposer, et le moule est simplement attaché au pôle négatif de la pile par un fil conducteur.

L'*appareil simple* le plus souvent employé est formé d'un vase de verre contenant la dissolution à décomposer, du sulfate de cuivre, par exemple, si c'est du cuivre que l'on veut précipiter. Au centre de ce premier vase, se trouve un second vase de porcelaine qui plonge dans le liquide et contient de l'acide sulfurique étendu de 12 à 15 fois son poids d'eau; ce vase est fermé à sa partie inférieure par un morceau de vessie. On place dans l'acide sulfurique une lame de zinc que l'on fait communiquer, au moyen d'un fil de cuivre, avec le moule qui se trouve déposé au fond du vase de verre renfermant la dissolution de sulfate de cuivre. Le couple voltaïque engendré par le contact du cuivre et du zinc donne naissance à un courant électrique faible et continu qui provoque lentement et graduellement la précipitation du métal. Le cuivre réduit vient se déposer peu à peu dans le moule placé au pôle négatif, et au bout de quelques jours il produit, en se modelant sur les diverses inégalités de sa surface, une couche métallique qui est la contre-épreuve parfaite de l'original. Comme la dissolution de sulfate de cuivre s'épuise au fur et à mesure de la réduction du sel, on l'entretient à un degré constant de saturation, en ajoutant de temps à autre à la liqueur de nouveaux cristaux de sulfate de cuivre.

La figure suivante représente une coupe de l'appareil galvanoplastique qui vient d'être décrit. AA est le premier vase contenant la dissolution de sulfate de cuivre; le moule M est placé au fond de ce vase. Ce moule est attaché à un fil de cuivre *f* qui sort du liquide pour venir se réunir à un deuxième fil *g*, lequel supporte la lame de zinc Z, plongée elle-même dans l'acide sulfurique affaibli qui remplit le second vase BB. Ce vase BB est fermé, comme nous l'avons dit, à sa partie inférieure, par un morceau de vessie qui sépare les deux liquides. Le fil de cuivre et le zinc forment par leur contact un couple voltaïque, et l'électricité ainsi produite décompose la dissolu-

tion de sulfate de cuivre placée dans le vase A ; le cuivre précipité par l'action du courant vient se déposer au fil négatif de la pile. Or, comme le moule M est attaché à ce pôle négatif, c'est sur lui que s'effectue le dépôt de tout le cuivre réduit : ce moule se trouve ainsi peu à peu recouvert et enveloppé dans toutes ses parties par e dépôt métallique. Ce petit appareil, très commode pour la reproduction galvanique des objets de



petite dimension, est connu sous le nom d'*électrotype de Spencer*.

L'*appareil composé* offre deux parties à considérer : le vase dans lequel s'effectue le dépôt du métal, et la pile voltaïque placée en dehors de la liqueur.

Les dispositions adoptées pour la construction des piles en usage dans la galvanoplastie varient beaucoup. Il serait superflu de les décrire ici d'une manière détaillée. Nous dirons seulement quelques mots de la pile de M. Smee, qui est la plus usitée en Angleterre, et de celle de M. Archereau, que l'on emploie presque exclusivement en France.

La pile de M. Smee, formée d'un seul ou de plusieurs éléments, se compose d'une lame d'argent enveloppée d'une lame de zinc. Ce système plonge dans un liquide formé d'acide sulfurique étendu d'eau. Il est terminé par deux fils métalli-

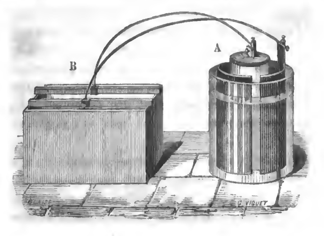
ques qui constituent ses deux pôles. C'est, comme on le voit, un appareil d'une grande simplicité ; seulement quand on emploie plusieurs couples, il devient assez dispendieux, et c'est là ce qui a empêché son usage de se répandre dans l'industrie.

La pile de M. Archereau, dont on fait usage en France pour les opérations de la galvanoplastie, de la dorure et de l'argenture, n'est qu'une modification avantageuse des piles de Grove et de Bunsen. Cette pile se compose d'un vase de verre contenant une lame circulaire de zinc qui plonge dans de l'acide sulfurique affaibli. Au centre de ce vase, et au milieu du liquide acide qu'il renferme, existe un second vase de porcelaine non verni, et par conséquent poreux et perméable aux gaz. On place dans ce cylindre de porcelaine de l'acide azotique. Le gaz hydrogène formé par la réaction de l'acide sulfurique sur le zinc, traverse la cloison poreuse de porcelaine, et vient réagir sur l'acide azotique, qu'il décompose en formant de l'eau et du gaz hypo-azotique. Cette double réaction provoque un dégagement considérable d'électricité. Pour amener au dehors l'électricité qui a pris ainsi naissance, on adapte au cylindre de zinc une lame de cuivre qui constitue l'un des pôles de la pile, et l'on fait plonger dans l'acide azotique un gros fragment de coke, corps très conducteur du fluide électrique, que l'on fait communiquer avec un fil métallique destiné à représenter l'autre pôle.

Le vase dans lequel doit s'effectuer le dépôt engendré par l'une de ces piles n'offre aucune disposition qu'il soit nécessaire de signaler. Il contient la liqueur saline à décomposer : du sulfate de cuivre, du cyanure d'argent dissous dans du cyanure de potassium, si c'est du cuivre ou de l'argent que l'on se propose de réduire. La forme de ce vase est indifférente. On attache au pôle positif de la pile plongeant dans la liqueur un *anode*, c'est-à-dire une lame de cuivre si l'on opère sur un bain de cuivre, une lame d'argent si l'on agit sur un sel d'ar-

gent. Le métal attaché au pôle positif se dissout au fur et à mesure que marche l'opération, en quantité à peu près égale à celle qui se trouve réduite par le courant.

La figure suivante représente l'appareil composé, le seul dont on fasse aujourd'hui usage pour les applications industrielles de la galvanoplastie. A représente un couple de la pile; il est rare qu'il soit nécessaire d'en employer plusieurs. B est le vase dans lequel s'effectue le dépôt métallique. Le moule est



attaché au pôle négatif de la pile; l'*anode soluble*, composé d'une lame de cuivre, est attaché au fil positif.

L'emploi d'un appareil composé a des avantages de toute nature, et il a seul permis de prêter aux opérations galvanoplastiques l'importance et la variété qu'elles ont acquises aujourd'hui. L'anode qu'il renferme permet d'entretenir la dissolution saline à un état constant de saturation, circonstance très utile au succès. En faisant usage d'éléments voltaïques plus ou moins énergiques, plus ou moins nombreux, on peut obtenir un courant animé de tous les degrés possibles d'intensité. Enfin cet appareil permet d'augmenter autant qu'on le veut le volume des pièces reproduites, il suffit pour cela de placer la

liqueur dans des vases d'une dimension convenable. Il n'y a dès lors plus de limites pour la forme ni pour l'étendue de l'objet que l'on veut reproduire.

Les opérations galvanoplastiques présentent dans la pratique quatre circonstances essentielles d'où le succès dépend, et qui malheureusement sont encore loin d'être bien élucidées. Ce sont : l'intensité de la pile pour les différentes dissolutions, — le degré de concentration de la liqueur et sa conductibilité électrique, — sa température, — enfin la disposition et la grandeur relative entre les deux électrodes, c'est-à-dire entre la plaque de cuivre attachée au pôle positif et le moule qui termine le pôle négatif. Ces quatre circonstances peuvent donner, en variant selon les cas, des résultats très différents, et l'habitude fournit aux expérimentateurs des règles beaucoup plus sûres que tous les principes vagues que l'on a essayé d'établir jusqu'ici.

Pour prendre une empreinte galvanoplastique, on n'agit pas en général sur l'objet lui-même, qui courrait le risque d'être détérioré par son séjour dans des liqueurs acides; ordinairement on en prend un moule sur lequel on opère la reproduction. Les moules employés sont faits avec un métal ou avec une substance plastique que l'on rend conductrice de l'électricité en la recouvrant d'une couche très mince de plombagine, ou d'une poudre métallique. Le métal employé pour la confection des moules est l'alliage fusible de d'Arcet, la soudure des plombiers, ou l'alliage des clichés, qui est beaucoup plus dur. Mais le plus souvent on se sert de moules de plâtre ou de gutta-percha. On commence par rendre les moules de plâtre imperméables à l'eau en les plongeant dans la stéarine fondue. On étend ensuite sur leur surface, à l'aide d'un pinceau, une légère couche de plombagine destinée à la rendre conductrice. Les moules de gutta-percha sont simplement *métallisés*, c'est-à-dire rendus conducteurs par la plombagine. Pour établir la

communication entre le moule et le pôle négatif de la pile, on entoure le moule d'une bande de cuivre ou de plomb.

Tel est l'ensemble des opérations qui s'exécutent dans la galvanoplastie. Passons maintenant en revue les différentes applications de ces procédés. Nous parlerons d'abord de la reproduction des monnaies et des médailles.

Pour reproduire une monnaie ou une médaille, on peut opérer de deux manières : 1° On agit directement sur la médaille que l'on veut reproduire en la plaçant au pôle négatif, après avoir pris les précautions suffisantes pour empêcher l'adhérence de l'empreinte avec l'original. Ces précautions consistent à passer sur la médaille une couche excessivement légère d'une substance grasse, telle que l'huile, la cire, la stéarine, le suif, etc. On obtient ainsi en creux une empreinte sur laquelle on opère de nouveau pour avoir la reproduction en relief. 2° On prend l'empreinte de la pièce avec du plâtre, de la gutta-percha ou un alliage fusible; de cette manière l'opération galvanoplastique donne immédiatement la médaille en relief. Quand on agit directement sur la médaille, il faut recouvrir de stéarine le revers, sur lequel il ne doit pas exister de dépôt; on la met ensuite en rapport avec le pôle négatif au moyen d'un fil de métal fixé sur son contour. Le revers est reproduit plus tard de la même manière en recouvrant de stéarine la face déjà prise. Cinquante ou soixante heures d'immersion donnent au dépôt une épaisseur convenable. L'opération achevée, on sépare la pièce du moule, auquel elle n'adhère que faiblement.

On reproduit, par ces moyens, les cachets, les timbres et les sceaux, en opérant sur des empreintes prises avec le plâtre, la gutta-percha ou la stéarine.

C'est par les mêmes procédés que l'on recouvre de cuivre une statuette, un groupe, ou tout autre objet exécuté en plâtre.

L'appareil de M. Spencer, que l'on a vendu à Paris sous le nom d'*électrotype breveté*, et dont nous avons donné la figure en parlant des appareils simples, est très commode pour les reproductions de ce genre. Cependant cette opération est assez puérile. Envelopper d'une couche de cuivre une statuette ou un médaillon de plâtre, ne remplit aucune vue d'utilité particulière, et n'a rien de bien heureux sous le rapport de l'art.

En recouvrant de cuivre, par les mêmes procédés, des fruits, des légumes, des feuilles, des graines et d'autres produits naturels, on peut obtenir quelques ornements curieux en ce qu'ils conservent et traduisent exactement la forme et tous les détails les plus fins de l'objet galvanisé. Pour reproduire, par exemple, une pomme, une poire, une feuille d'arbre, etc., on frotte le fruit avec de la plombagine, et l'on enfonce vers la queue ou vers le germe une petite épingle; on réunit cette épingle à un fil communiquant avec la pile, et l'on place le fruit dans la dissolution. Le cuivrage étant achevé, on retire l'épingle, qui laisse un petit trou par où les sucs du fruit peuvent s'évaporer. Disons cependant que ces espèces de cuivrage sont d'une parfaite inutilité, et ne sont guère propres qu'à donner la mesure de la perfection et de la délicatesse des opérations galvanoplastiques. Je me souviens avoir vu, dans le vestibule de l'Institut, un spécimen assez curieux des produits de cet art singulier. M. Soyer avait réussi à envelopper le cadavre d'un enfant nouveau-né d'une couche de cuivre. Bien que le résultat fût merveilleux de réussite, c'était un spectacle assez hideux. On disait autour de moi qu'il y aurait là un moyen d'élever aux grands hommes à la fois un tombeau et une statue d'une ressemblance authentique.

La galvanoplastie fournit à l'art du fondeur des applications d'une tout autre importance, et qui sont destinées à recevoir un jour un développement remarquable. Voici l'ensemble des

moyens qui permettent de former, avec le seul secours de la pile voltaïque, les grands objets de sculpture, que l'on n'avait pu jusqu'ici obtenir qu'à l'aide de la fusion du métal.

On sait que pour obtenir une statue de bronze, de fonte ou de zinc, le sculpteur ayant livré son modèle d'argile, on en tire une épreuve au moyen du plâtre; cette dernière épreuve sert ensuite à préparer le moule de sable où l'on coule le métal. Ces diverses opérations nécessitent un grand travail et ne sont pas sans danger à cause des explosions qui peuvent avoir lieu pendant la coulée; en outre, la copie métallique est loin d'être parfaite: elle exige, pour être terminée, de nombreuses retouches et un travail nouveau. Par la galvanoplastie, au lieu de faire un moule en relief avec du plâtre, et puis un moule en creux avec du sable, on commence par mouler le plâtre en creux, et l'on revêt ensuite de plombagine l'intérieur de ce moule. On plonge alors dans une dissolution de sulfate de cuivre, et l'on fait passer le courant électrique; quand la couche déposée est d'une épaisseur suffisante, on enlève le moule qui laisse à découvert l'objet parfaitement reproduit. S'il s'agit d'une statuette en ronde-bosse de petite dimension, on prend le creux de chaque moitié, on les revêt de plombagine, et l'on rapproche ensuite les deux moitiés que l'on réunit avec du plâtre; on fait communiquer le tout avec l'appareil voltaïque, en s'arrangeant de manière que le liquide puisse pénétrer dans l'intérieur du moule, et que le dépôt métallique s'y effectue. Si l'original avait de trop grandes dimensions, les vases à employer devraient présenter une capacité énorme; il est mieux alors de réunir entre elles, avec de la cire, les diverses parties du moule en creux, de manière à en former une sorte de capacité dans laquelle on place la dissolution même. Les parties séparées que l'on obtient ainsi sont ensuite soudées à l'argent ou à l'étain. Enfin ces soudures elles-mêmes sont galvanisées à leur tour. Il suffit, pour cela, de circonscrire leur surface avec

du mastic, de manière à en former une espèce d'auge que l'on remplit de la solution de sulfate de cuivre; à l'aide de la pile, on détermine un dépôt de cuivre qui recouvre et fait disparaître les traces de ces soudures.

Les statuettes, les bas-reliefs, les diverses figurines métalliques que l'on trouve dans le commerce, sont obtenus par les mêmes moyens. Pour faire disparaître le ton rouge du cuivre, qui n'est que d'un effet assez médiocre, on recouvre ces différents objets d'une couche d'argent par l'action de la pile; l'éclat et le ton brillant de ce dernier métal leur donnent beaucoup de relief et de valeur.

L'application des procédés galvanoplastiques à la typographie a donné, depuis peu d'années, des résultats d'une haute importance.

Les procédés électro-chimiques permettraient d'obtenir à peu de frais les caractères que le fondeur exécute au moyen d'une matrice préparée à cet effet. Dans l'état actuel de l'industrie, les procédés qui sont en usage fournissent les matrices d'impression avec une économie qui rendrait superflue l'intervention de la galvanoplastie, quand il ne s'agit que de matrices n'exigeant qu'un médiocre travail de gravure. Mais il en est autrement quand il s'agit de caractères devenus rares, ou dont la complication rendrait dispendieuse l'exécution d'une matrice nouvelle. La galvanoplastie intervient dans ce cas avec des avantages marqués. Il suffit, en effet, de posséder quelques spécimens de ces caractères; les procédés électro-chimiques permettent de préparer avec un seul d'entre eux une matrice à l'aide de laquelle le fondeur peut ensuite fournir à très bas prix la série de caractères nécessaires à l'imprimeur.

En Allemagne et en France l'art de l'imprimerie tire déjà un parti sérieux de cette application de la galvanoplastie. L'imprimerie impériale d'Autriche, qui a contribué avec tant d'éclat

à répandre et à populariser l'emploi de la galvanoplastie dans la typographie et dans la gravure, fait aujourd'hui un grand usage des procédés électro-chimiques pour la reproduction des matrices devenues rares. L'imprimerie impériale de France commence à entrer aussi dans la même voie.

Nous arrivons aux applications de la galvanoplastie qui méritent le plus l'attention, c'est-à-dire à l'emploi de ces procédés dans l'art de la gravure. Nous allons trouver ici un ensemble nouveau d'opérations assez importantes pour former toute une branche particulière des arts électro-chimiques, que l'on désigne sous le nom spécial d'*électrotypie.* En Allemagne, l'électrotypie est aujourd'hui fort avancée. Longtemps négligée en France, elle a pris, dans ces dernières années, une assez grande extension pratique, et nos artistes sont aujourd'hui en mesure de réaliser les applications les plus délicates de la galvanoplastie aux différentes branches de la gravure.

Voici les applications principales faites jusqu'à ce jour des procédés galvanoplastiques à l'art du graveur. L'électrotypie permet d'exécuter les opérations suivantes : 1° fabriquer des planches de cuivre pur à l'usage des graveurs; 2° reproduire les planches gravées; 3° graver directement par le courant galvanique.

Les planches de cuivre employées par les graveurs exigent des qualités que les procédés de l'industrie actuelle réalisent difficilement. Le cuivre même le plus pur, livré par le commerce, contient généralement de l'étain et d'autres métaux, qui rendent la gravure au burin difficile et la gravure à l'eau-forte incertaine dans ses résultats. Au contraire, le métal qui se dépose sous l'influence du fluide électrique est d'une pureté absolue; il est donc parfaitement approprié aux besoins de la gravure.

Le procédé pour obtenir les plaques de cuivre unies à l'usage

des graveurs est extrêmement simple. Il suffit de se procurer une plaque de cuivre unie qui sert de moule, et sur laquelle on détermine, à l'aide de la pile, un dépôt de cuivre qui reproduit exactement l'original. La plaque de cuivre unie destinée à servir de moule est d'abord soudée, par sa face postérieure, à une petite lame d'étain, de plomb ou de zinc, qui ne sert qu'à établir la communication avec la pile. On obtient ainsi une planche de cuivre unie, qu'il ne reste plus qu'à polir pour qu'elle puisse servir aux usages de la gravure.

Les planches de cuivre gravées par la main de l'artiste ne sont pas plus difficiles à reproduire que les plaques unies. Telle est, en effet, la délicatesse admirable et la prodigieuse fidélité de ces moyens de reproduction, qu'une planche où se trouve tracé le dessin le plus compliqué, le travail le plus délicat et le plus fin, peut être copiée avec la plus grande facilité, de manière à reproduire le modèle original avec une rigoureuse exactitude.

Les dessins gravés sur des plaques de cuivre sont creusés, comme on le sait, dans l'épaisseur du métal. Or le problème à résoudre consiste à obtenir une copie toute semblable, c'est-à-dire en creux. Il faut donc commencer par tirer un modèle en relief, qui sert ensuite à obtenir le même modèle en creux. On obtient cette copie de cuivre en relief, en opérant comme nous venons de l'indiquer pour les plaques unies, c'est-à-dire en plongeant directement le modèle dans le bain de sulfate de cuivre. Ce moyen est le plus parfait et doit être préféré. Mais si l'on redoute de porter atteinte à une plaque précieuse, on peut recourir au moulage à la gutta-percha qui donne une empreinte d'une grande finesse, sans retrait bien appréciable, et qui permet de reproduire ensuite avec une fidélité suffisante la planche primitive de cuivre. C'est ainsi qu'opère en particulier M. Coblence, artiste habile qui a exécuté beaucoup de reproductions de ce genre pour les cartes du dépôt de la guerre. En Allemagne, on se sert de la plaque même immergée direc-

tement dans le bain galvanoplastique, en la recouvrant préalablement d'une légère couche de corps gras destiné à prévenir l'adhérence. Mais ce corps gras a l'inconvénient de provoquer, à la surface des planches matrices et des reproductions, un léger grain où vient se loger le noir d'imprimerie, ce qui a pour résultat, au moment du tirage, de voiler les blancs de l'épreuve. M. Hulot, graveur à la Monnaie de Paris, l'artiste le plus expérimenté et le plus habile de notre époque dans ce genre de travaux, ne fait usage d'aucun corps gras pour prévenir l'adhérence. L'opération étant exécutée dans des conditions que l'expérience a fait connaître, le moule se sépare toujours sans difficulté du précieux original sur lequel il s'est déposé.

Ce ne sont pas seulement les plaques gravées sur cuivre qui peuvent être reproduites par la galvanoplastie, on peut obtenir aussi la reproduction des planches d'acier, seulement il faut faire usage d'un artifice particulier, la planche d'acier ne pouvant être placée dans le bain de sulfate de cuivre, puisque la dissolution de ce sel attaque chimiquement l'acier. Pour reproduire une planche d'acier, on la plonge dans une dissolution de cyanure double de potassium et de cuivre qui ne décompose pas l'acier, et l'on soumet ce bain à l'action de la pile; lorsque la planche s'est ainsi recouverte d'une première couche de cuivre, on la place dans le bain ordinaire de sulfate de cuivre, et on laisse le dépôt galvanique se terminer.

La reproduction des planches gravées est l'une des plus belles et des plus utiles applications qu'ait reçues la galvanoplastie. On comprend, en effet, que si une planche de cuivre, terminée par le burin du graveur, peut être tirée à un certain nombre de types nouveaux identiques avec le premier modèle, l'œuvre de l'artiste est ainsi rendue éternelle, et le tirage ne connaît plus de limites. L'importance des applications de la galvanoplastie à la reproduction des gravures a fait répandre promptement en Allemagne l'emploi de ce procédé. L'impri-

merie impériale d'Autriche a reproduit par ce moyen un grand nombre des planches gravées sur cuivre et sur acier, et dans le reste de l'Allemagne les moyens électrotypiques appliqués à la reproduction des planches de cuivre et d'acier sont d'un usage général. En France, on a poussé plus loin peut-être la perfection de ces reproductions galvaniques, et rien, par exemple, ne saurait être comparé à la reproduction faite par M. Hulot de la planche de M. Henriquel-Dupont, représentant une *Vierge de Raphaël.* Aussi tout annonce que, dans un intervalle peu éloigné, on s'occupera d'appliquer industriellement, en France, ces nouveaux procédés de multiplication de planches gravées qui rendraient tant de service aux artistes comme aux amateurs.

L'art de la gravure emprunte encore le secours de la galvanoplastie pour la reproduction des clichés qui servent à obtenir les *gravures sur bois*. On connaît l'extension considérable qu'a prise depuis dix ans la gravure sur bois, et la perfection qu'elle a atteinte. Mais un cliché sur bois ne peut suffire à un très grand tirage. La galvanoplastie intervient ici avec profit pour reproduire en cuivre le cliché de bois fourni par le graveur. On prend, avec de la gutta-percha, un moule en creux de ce cliché de bois, et ce dernier, placé dans un bain de sulfate de cuivre et soumis à l'action de la pile, fournit un cliché de cuivre en relief identique avec le cliché original sur bois. La dureté du cuivre permet dès lors un tirage très considérable.

Toutefois l'expérience de ce procédé a mis en évidence un inconvénient ou une difficulté particulière qui se rattache à son emploi. Le bois employé pour la confection des clichés présente, dans sa contexture, des inégalités, des saillies ou des pores. Ces inégalités se traduisent sur le moule de plâtre ou de gutta-percha, et s'exagèrent encore sur la reproduction métallique de ce moule. Il en résulte que le cliché de cuivre, au lieu d'offrir une surface parfaitement plane et unie, comme les plan-

ches ordinaires des graveurs, présente quelques rugosités qui, au tirage, rendent la gravure imparfaite. Pour obtenir une bonne gravure avec ce genre de clichés, on est obligé de polir les cuivres à la pierre ponce, ce qui ajoute nécessairement aux frais de l'opération ou peut compromettre certains traits délicats de la gravure. Ajoutons cependant qu'en employant pour la composition du moule une substance convenablement choisie, on peut se mettre à l'abri de cette difficulté.

On se sert encore des procédés galvanoplastiques pour multiplier les types des figures de *cuivre en relief*, qui depuis quelques années, remplacent avec avantage les figures gravées sur bois. A l'aide d'un de ces clichés, que l'on place directement dans le bain de sulfate de cuivre, et sur lequel on fait déposer le métal, on peut multiplier à volonté le premier modèle. C'est un moyen tout à fait analogue à celui dont nous avons parlé plus haut, et qui consiste à multiplier le type d'une gravure sur cuivre ; seulement ici le dessin est tracé en relief au lieu de l'être en creux.

Le gouvernement et l'administration de la Banque de France confient à M. Hulot le soin d'exécuter les planches qui servent au tirage des timbres-poste, des cartes à jouer et des billets de banque. Les procédés électro-chimiques jouent un rôle dans la confection et dans la multiplication de ces clichés précieux qui sont exécutés en cuivre, *en taille de relief.* C'est grâce à la galvanoplastie que l'on peut suffire à un tirage qui, pour les timbres-poste, par exemple, peut s'élever, dans quelques jours, à des dizaines de millions.

On a imaginé récemment en Allemagne un autre procédé extrêmement curieux pour la gravure des objets d'histoire naturelle. Ce procédé, connu sous le nom d'*impression naturelle*, et qui consiste à former sur une lame de cuivre la reproduction d'un objet à l'aide de cet objet lui-même, n'était praticable qu'avec le secours de la galvanoplastie. Il a été mis

en usage avec un grand succès à l'imprimerie impériale de Vienne. Voici de quelle manière les opérations s'exécutent.

Pour obtenir l'*impression naturelle*, on agit de deux manières, selon la nature et la forme de l'objet à graver. S'il s'agit d'un objet à formes grêles et déliées, comme une plante sèche, un zoophyte, etc., on place l'objet sur une plaque d'acier, on le recouvre d'une lame de plomb parfaitement polie, et l'on soumet le tout à l'action d'un laminoir puissant. Par l'effet de la pression du laminoir, l'objet se trouve reproduit en creux avec une fidélité parfaite sur la feuille de plomb. Si le plomb n'était un métal beaucoup trop mou pour suffire à un tirage typographique, on pourrait directement se servir de cette feuille de plomb pour obtenir des gravures sur papier. Mais en raison de la mollesse extrême de ce métal, on est obligé d'obtenir sur cuivre une reproduction de cette feuille. On la place donc dans un bain de sulfate de cuivre, et l'on forme une première matrice qui reproduit en relief la gravure en creux qui existait sur la feuille de plomb. Enfin, cette dernière matrice, placée elle-même dans un bain de sulfate de cuivre, donne une reproduction du même dessin en creux, et cette dernière planche, encrée et soumise au tirage typographique, fournit sur papier des gravures traduisant dans leurs détails les plus délicats l'objet naturel qu'il s'agissait de reproduire.

Si l'on doit opérer sur des objets d'une surface plus étendue, dont les détails ne se transporteraient que d'une manière très imparfaite sur la feuille de plomb, on en obtient la gravure en faisant directement déposer du cuivre sur cet objet lui-même, placé dans un bain de sulfate de cuivre. Si l'on veut, par exemple, graver une tranche transversale ou une coupe de bois fossile, on rend fixe le fragment de bois en l'entourant d'un mélange de stéarine et de cire. On rend ensuite la surface libre bien égale, et afin de mettre mieux en relief les inégalités qu'il s'agit de traduire par la gravure, on y verse un peu d'acide

fluorhydrique, qui a pour effet d'augmenter les saillies et les creux de l'objet en corrodant certaines de ses parties. Frotté ensuite avec de la plombagine, afin de le rendre conducteur, l'objet ainsi préparé est placé dans l'appareil galvanoplastique simple, et donne ainsi un moule de cuivre qui peut servir directement à tirer des épreuves.

Parlons enfin de la gravure directe des planches de cuivre par le courant galvanique. Tout le monde sait que, pour obtenir une gravure à l'eau-forte, on commence par recouvrir une planche polie de cuivre ou d'acier d'une couche de cire et de vernis. Le graveur dessine alors sur cette couche avec une pointe fine de manière à mettre le métal à nu. Il place ensuite cette planche dans un vase plat et verse dessus de l'acide azotique (eau-forte) étendu d'eau. L'acide attaque et dissout le métal jusqu'à une profondeur suffisante pour loger l'encre d'impression. M. Smee a imaginé de remplacer l'eau-forte par l'action chimique qui s'exerce sur un métal quand on le place au pôle positif d'une pile voltaïque.

La plupart des opérations dont nous avons parlé jusqu'ici se forment au pôle négatif de la pile; c'est là que s'accomplissent, comme on l'a vu, tous les dépôts métalliques. Mais il se passe au pôle positif une autre action chimique dont M. Smee a su très ingénieusement tirer parti. Dans la décomposition électro-chimique d'un sel, en même temps que le métal se trouve réduit au pôle négatif, l'oxygène et l'acide se rendent au pôle positif, et, si comme nous l'avons dit en parlant des *anodes solubles*, on dispose à ce pôle une lame métallique, celle-ci se trouve peu à peu attaquée et dissoute par l'action réunie de l'oxygène et de l'acide libres. Ce fait, sur lequel M. Jacobi a fondé l'emploi des anodes, a servi à M. Smee à obtenir ce curieux résultat de graver directement par le courant galvanique une planche de cuivre. Voici comment ce physicien recommande d'opérer. La planche métallique, recou-

verte de cire ou de vernis sur ses deux faces, reçoit, comme à l'ordinaire, le dessin exécuté avec la pointe par l'artiste. Cette planche est alors placée dans une dissolution de sulfate de cuivre en communication avec le pôle positif d'une pile; le circuit voltaïque est complété en mettant en rapport avec le pôle négatif une plaque de même dimension que la planche à graver. La décomposition ne tarde pas à s'effectuer; l'oxygène et l'acide sulfurique se portent sur la plaque et dissolvent le cuivre dans les points où les traits ont été marqués.

La gravure galvanique est-elle appelée à remplacer dans nos ateliers la pratique habituelle? Il est difficile de le savoir, car les essais de ce genre de gravure n'ont pas encore été exécutés en France.

L'emploi d'un procédé analogue au précédent a permis d'arriver à ce résultat intéressant et curieux, de transformer une plaque daguerrienne en une planche propre à la gravure, et pouvant servir à donner, par le tirage typographique, des épreuves sur papier de l'image daguerrienne. Une épreuve photographique est composée, comme on l'a vu, de reliefs formés par le mercure, qui représentent les clairs, et de parties planes constituant les ombres, qui ne sont autre chose que l'argent de la lame métallique (1). Or, si l'on dépose du cuivre sur ces images, prises comme moules galvaniques, les reliefs deviendront des creux, et réciproquement; de sorte qu'en tirant des épreuves sur papier de ces planches recouvertes de cuivre, les clairs deviennent des ombres, et *vice versâ*. M. Grove est arrivé à remplir ces conditions d'une manière satisfaisante en se servant de la planche daguerrienne comme anode soluble attaché au pôle positif de la pile, et plongeant dans un liquide d'une nature chimique telle, qu'il puisse attaquer le mercure en respectant l'argent. Le liquide qui convient à cet objet délicat, de laisser l'argent inattaqué tout en

(1) Voyez PHOTOGRAPHIE, pages 24-25.

dissolvant le mercure, est l'acide chlorhydrique étendu d'eau. Grâce à l'emploi de précautions et de soins particuliers, indiqués par le physicien anglais, on peut transformer une planche daguerrienne en une planche de graveur, et le tirage de cette planche donne sur le papier une planche sur laquelle on peut glorieusement écrire : *Dessinée par la lumière et gravée par l'électricité.*

Nous avons rapidement envisagé les applications diverses que l'on a faites jusqu'à ce jour de la galvanoplastie. Nous avons dû passer sous silence beaucoup de faits du même genre, parce que la pratique n'a pas encore permis d'en apprécier suffisamment la valeur. On aimerait à pouvoir fixer dès aujourd'hui l'avenir réservé à ces moyens nouveaux. Cependant il est impossible de prévoir encore le rôle qu'ils sont appelés à jouer dans l'industrie moderne, et de marquer définitivement leur place parmi les conquêtes récentes de la science et des arts. Au début d'une invention naissante il est malaisé de raisonner sur l'avenir. Parmi les procédés et les perfectionnements de la galvanoplastie que nous voyons chaque jour se produire autour de nous, il en est qui sont destinés peut-être à opérer une révolution dans la métallurgie ; il en est d'autres qui ne seront jamais que des jeux d'enfant. En France, jusque dans ces derniers temps, la galvanoplastie industrielle n'avait pris qu'un essor assez timide. Cependant, depuis un ou deux ans, elle a reçu une extension sérieuse. L'exposition universelle de 1855 a montré avec éclat l'état florissant où se trouvent aujourd'hui en Angleterre et en Allemagne les applications de la galvanoplastie. Elle a prouvé, en même temps, que la France n'est pas, dans cette voie nouvelle, inférieure à ces deux pays. On a vu, dans le cours de cette notice, quel nombre infini d'emplois variés la galvanoplastie peut recevoir dans différentes branches de l'industrie et des arts. Ses applications à la gravure et

à la typographie sont aujourd'hui en France, en Allemagne et en Angleterre d'un usage quotidien. D'un autre côté, les procédés électro-chimiques appliqués à la reproduction d'objets d'argent, sont sur le point d'apporter à l'orfévrerie des ressources de la plus haute importance. La galvanoplastie de cuivre lui rend déjà des services notables pour la reproduction d'un assez grand nombre de pièces où elle permet d'économiser le travail si dispendieux de la ciselure. L'électro-chimie est ainsi devenue, dès aujourd'hui, un accessoire des plus sérieux de la fonte et de la ciselure des métaux, en attendant qu'elle devienne leur rivale.

CHAPITRE III.

Application des procédés galvanoplastiques à la dorure et à l'argenture. — M. de Ruolz et ses travaux. — M. Elkington. — Dorure par immersion. — Dorure par la pile voltaïque. — Emploi industriel des procédés de la dorure chimique. — Orfévrerie argentée et dorée par les procédés Elkington et de Ruolz.

Il y a quelques années, la profession de doreur sur métaux était considérée à bon droit comme l'une des plus insalubres des professions industrielles. Voici le procédé qui était suivi pour la dorure du bronze ou du cuivre. On dissolvait de l'or dans une certaine quantité de mercure, et l'amalgame ainsi formé servait à barbouiller la pièce métallique; en exposant ensuite le bronze amalgamé à l'action du feu, le mercure s'évaporait et laissait à la surface du métal une couche d'or, qu'il ne restait plus qu'à polir à l'aide du brunissoir. La nécessité de tenir les mains constamment en contact avec le mercure, et surtout la présence de ce métal en vapeurs dans l'atmosphère des ateliers, altéraient rapidement la santé des ouvriers doreurs.

Le résultat presque constant de ces opérations dangereuses était la maladie connue sous le nom de *tremblement mercuriel*, auquel peu d'ouvriers pouvaient se soustraire, et qui compromettait leur existence de la manière la plus grave. A diverses époques, on avait essayé de parer à l'insalubrité de cette industrie. En 1816, un ancien ouvrier, devenu riche fabricant de bronzes, M. Ravrio, avait institué un prix de 3000 francs pour l'assainissement de l'art du doreur. L'Académie des sciences décerna ce prix au chimiste d'Arcet, qui construisit, pour les ateliers de la dorure au mercure, des cheminées de forme et de dimensions particulières, calculées pour augmenter considérablement le tirage et entraîner au dehors toutes les vapeurs. Cependant cette amélioration apportée à la disposition des ateliers n'avait qu'imparfaitement remédié au mal, car les ouvriers, avec leur insouciance ordinaire, ne tenaient aucun compte des précautions recommandées, et les fabricants eux-mêmes, bien que contraints par l'administration à construire leurs fourneaux dans le système de d'Arcet, se dispensaient de les faire fonctionner dans leur travail habituel. La statistique n'avait donc pas eu de peine à démontrer que la profession de doreur sur métaux était une de celles qui apportaient le contingent le plus triste au martyrologe de l'industrie.

La découverte de la galvanoplastie arriva sur ces entrefaites; de toutes parts on s'occupait de chercher et d'étendre ses applications. Il vint donc naturellement à l'esprit des industriels et des savants la pensée d'employer l'agent galvanique comme moyen de dorure. Dès l'année 1838, on commença à tenter les applications de la galvanoplastie à l'art du doreur, et dès ce moment il devint probable que le succès couronnerait ces efforts. Mais ce qu'il était difficile de prévoir, c'est que l'application des moyens électro-chimiques put donner immédiatement de si beaux résultats, que l'industrie de la dorure au mercure en fut totalement ruinée, et qu'à la place de ces pra-

tiques si nuisibles à la santé des ouvriers, on vit s'élever en quelques années une industrie nouvelle, plus économique dans ses procédés, plus prompte dans ses opérations et tout à fait exempte de dangers. Ce résultat remarquable est dû principalement aux travaux de M. de Ruolz, dont la persévérance et le talent ont écrit une page des plus brillantes dans l'histoire de l'industrie contemporaine.

La dorure galvanique occupe aujourd'hui une si grande place dans l'industrie, le nom de son inventeur a été si souvent et de tant de manières répété autour de nous, qu'il ne sera pas inutile de placer ici quelques détails sur les circonstances qui ont fait naître cette découverte. On nous permettra seulement de prendre un peu haut le récit.

Le 19 novembre 1834, on donnait, au théâtre Saint-Charles de Naples, la première représentation d'un opéra nouveau, intitulé *Lara*. C'était l'œuvre d'un jeune Français qui, redoutant les lenteurs et les difficultés que rencontre à Paris la représentation des ouvrages lyriques, était venu essayer son talent sur le théâtre de Naples. La pièce fut exécutée par les premiers artistes de l'Italie, par Duprez, dont la réputation avait déjà grandi sur différentes scènes de la péninsule; par madame Persiani, qui ne s'appelait encore que la Tachinardi, ce qui n'enlevait rien à l'étendue de sa voix; par Ronconi, qui, fort jeune encore, commençait néanmoins à être apprécié de ses compatriotes. L'opéra obtint le plus grand succès. Suivant l'usage italien, l'auteur fut rappelé à la chute du rideau, et Duprez vint présenter sur la scène le jeune compositeur.

Ce jeune compositeur s'appelait Henri de Ruolz.

Dès ce moment, la carrière lyrique, avec toutes ses séductions et ses périls, lui était ouverte, car il avait réussi à obtenir pour son début un succès éclatant auprès du public le plus difficile de l'Europe. Cependant, avant de rentrer en France, et pour se remettre des émotions et des fatigues de son triomphe,

M. de Ruolz partit pour la Sicile, et passa un mois à visiter Messine, Catane, Syracuse et Palerme. Au bout de ce temps, il revint à Naples. En rentrant chez lui, il trouva sur son bureau une lettre venue de Paris et qui l'attendait depuis trois jours.

Cette lettre lui annonçait la perte totale de sa fortune. Par une de ces catastrophes trop communes aujourd'hui, M. de Ruolz, qui tenait de sa famille une fortune considérable, se trouvait désormais à peu près dénué de ressources.

Si rude que fût le coup, M. de Ruolz ne se sentit pas abattu. Il venait de paraître avec éclat dans une carrière qui pouvait lui rendre avec usure ce que la fortune lui enlevait; il se hâta donc de revenir en France pour y tirer parti de son talent de compositeur.

M. de Ruolz avait toutes les qualités nécessaires pour réussir à Paris dans la carrière qu'il embrassait. Son succès de Naples avait eu en France un certain retentissement; il était jeune, il était spirituel et de manières charmantes. Outre cela, il était vicomte. Toutes les portes du faubourg Saint-Germain s'ouvrirent à deux battants devant le jeune compositeur, qui, selon le style en usage dans ces régions, pouvait faire ses preuves de 1399, et avait eu un aïeul maternel tué au combat des Trente. Il commença donc à suivre, dans les salons du noble faubourg, cette existence agitée et brillante où il espérait retrouver un jour sa splendeur éteinte et sa fortune évanouie. D'abord, tout commença par lui sourire. Sa réputation suffisamment établie par des succès de salon, il put songer au théâtre. Il écrivit un opéra, *la Vendetta*, qui fut joué à l'Académie royale, et obtint un brillant succès.

Cependant M. de Ruolz comprit bientôt qu'il n'était pas assez riche pour avoir d'autres succès au théâtre. Si les travaux de compositeur lui promettaient la gloire, ils ne lui assuraient pas la fortune, et malheureusement il en était à ce point

qu'avant tout il devait songer à vivre. Il se décida donc à changer de carrière.

Aux beaux temps de son éclat et de sa fortune, M. de Ruolz, poussé par un goût naturel, s'était occupé par intervalles de l'étude des sciences. Malgré les tentations de la richesse, il avait eu une jeunesse studieuse. Dans les laboratoires, il avait étudié la physique et la chimie; dans les écoles, il avait pris ses grades de médecin et d'avocat. Il espéra trouver dans ses connaissances scientifiques le moyen de relever l'édifice ruiné de sa fortune. Il y a de par le monde une opinion fort répandue, mais très hasardée à notre sens, c'est qu'un savant peut s'enrichir sans peine par des travaux de chimie industrielle. C'est dans cette voie que M. de Ruolz résolut de s'engager. Un fabricant de ses amis, M. Chappée, l'établit dans sa maison et le chargea de perfectionner certains procédés de teinture. Ce fabricant avait un frère joaillier. Or, le joaillier arriva un jour chez M. de Ruolz, portant sous son bras un paquet d'ouvrage en filigrane de cuivre. On appelle *filigrane*, dans le commerce de la bijouterie, ces petits objets de décoration en cuivre, fabriqués à l'estampage, et qui, selon la mode du jour, ornent les étagères et les cheminées de nos salons. Le joaillier demanda à M. de Ruolz s'il ne pourrait parvenir à dorer ce filigrane par un procédé nouveau, la dorure au mercure ne pouvant s'appliquer à ces sortes de pièces à cause de leurs anfractuosités et du caprice de leur dessin; l'industriel ajoutait qu'il y aurait là quelque argent à gagner.

La question avait cependant beaucoup plus d'importance que l'industriel ne l'avait pensé. Si l'on parvenait à dorer le filigrane de cuivre, on pouvait évidemment dorer le cuivre sous toutes ses formes; si l'on dorait le cuivre, on pouvait espérer de dorer aussi la plupart des autres métaux; et si l'on réussissait à obtenir ainsi à volonté un dépôt d'or à la surface de tous les objets métalliques, sans recourir au procédé ordi-

naire de la dorure au mercure, on devait créer une branche d'industrie toute nouvelle, jusque-là sans exemple et sans analogue dans les arts. En même temps on débarrassait les ateliers de cette dangereuse et funeste pratique de la dorure au mercure. Il y avait donc là tout à la fois une découverte scientifique, une occasion de fortune et une œuvre d'humanité. Quelques années avant cette époque, tenter la solution de ce problème eût paru une témérité; mais en présence de la découverte et des progrès de la galvanoplastie, la difficulté était évidemment devenue très abordable.

En effet, comme on l'a vu plus haut, la science s'était déjà occupée de la dorure galvanique. En Angleterre et en Allemagne, cette question était devenue l'objet d'importants travaux. M. De la Rive, à Genève, était entré le premier dans cette voie qui devait conduire un jour à des résultats si remarquables.

Comme tous les esprits élevés, M. De la Rive affectionne particulièrement les travaux scientifiques dont les applications peuvent servir au bien-être de l'humanité. C'est à ce titre qu'il entreprit, en 1825, des recherches ayant pour but de substituer à la dorure au mercure la dorure par les courants électriques. Mais la science n'était pas encore assez avancée pour permettre une entière réussite. M. De la Rive ne résolut que fort imparfaitement le problème. Il ne put dorer que le platine, résultat d'une mince utilité. Son insuccès provenait surtout de l'insuffisance des piles voltaïques que l'on connaissait alors, et qui ne permettaient pas d'obtenir les courants constants et réguliers que l'on produit si facilement aujourd'hui.

Cependant, quinze ans après cette époque, guidé par les beaux résultats obtenus par M. Becquerel au moyen de courants électriques d'une faible intensité, encouragé aussi par les premiers succès de Spencer et de Jacobi, qui commençaient à faire dans le monde savant une certaine sensation, M. De la

Rive reprit ses premières tentatives. Il fut plus heureux cette fois, bien qu'il ne pût résoudre encore qu'une partie du problème. Il parvint seulement à dorer l'argent, le cuivre et le laiton ; le procédé qu'il imagina était loin d'ailleurs d'offrir toute la précision et tous les avantages désirables.

Voici comment opérait M. De la Rive. La dissolution qu'il employait était le chlorure d'or neutre ; la source d'électricité, une pile simple. L'objet à dorer était placé, ainsi que la dissolution, dans un vase de verre fermé à sa partie inférieure par un morceau de vessie ; on plongeait le tout dans un autre vase rempli d'eau acidulée ; une lame de zinc était placée dans ce dernier vase et communiquait, au moyen d'un fil de cuivre, avec le métal à dorer.

Ce procédé était fort imparfait. La première couche d'or était assez épaisse et assez adhérente, mais les autres couches devenaient pulvérulentes ; il fallait alors retirer la pièce, la frotter de manière à enlever la couche pulvérulente, puis la remettre dans la dissolution, et répéter ainsi l'opération un certain nombre de fois avant d'avoir une couche d'or suffisamment épaisse. En outre, on ne réussissait pas toujours à obtenir un ton de dorure convenable. Souvent le chlore, rendu libre par la décomposition du chlorure, venait attaquer et noircir la pièce, malgré la couche d'or dont elle était revêtue. Enfin, une grande portion de l'or se déposait sur la vessie, ce qui amenait une perte notable de ce métal précieux.

Les essais de M. De la Rive n'eurent donc pas de suite au point de vue industriel. Cependant les succès croissants de la galvanoplastie faisaient aisément comprendre qu'il ne serait pas impossible d'en tirer, en les perfectionnant, un parti avantageux. En effet, ce que Jacobi et Spencer avaient exécuté avec le cuivre, on pouvait espérer le reproduire avec l'or, métal d'une ductilité et d'une malléabilité bien supérieures à celles du cuivre. La non-réussite du procédé de M. De la Rive devait donc être

attribuée à la nature des dissolvants employés par ce physicien, plutôt qu'à l'or lui-même, et le problème de la dorure galvanique était simplifié jusqu'au point de ne plus exiger que la recherche de dissolutions particulières de l'or, et l'application à ces liquides de ces piles à courant constant et régulier, qui donnaient, dans les expériences galvanoplastiques, de si favorables résultats.

Pour un chimiste de fraîche date, l'occasion était magnifique. Il ne s'agissait ici ni de grands principes à découvrir, ni de combinaisons nouvelles à produire, ni d'appareils coûteux à installer. Il suffisait, en se guidant sur des principes parfaitement connus, de chercher, au milieu de la série des composés chimiques en usage dans les laboratoires, ceux qui obéiraient le mieux à l'action décomposante de la pile, ceux qui présenteraient les conditions les plus avantageuses pour l'opération industrielle de la précipitation des métaux. C'était donc une œuvre de patience et de sagacité plutôt qu'un travail de haute portée scientifique. Seulement il fallait se hâter, car cette question fixait en ce moment toute l'attention des industriels. Déjà un chimiste allemand, M. Bœtger, en perfectionnant l'appareil de M. De la Rive, et substituant au chlorure d'or simple le chlorure double d'or et de sodium, avait réussi à dorer les objets de fer et d'acier. Un autre chimiste, M. Elsner, avait reconnu la fâcheuse influence qu'exerce sur la dorure la présence de liqueurs acides; en ajoutant à la dissolution de chlorure d'or un alcali, le carbonate de potasse, il avait fait pressentir les avantages des liquides alcalins pour l'opération de la dorure, et fait ainsi avancer la question d'un grand pas. Aussi M. de Ruolz comprit-il que, sous peine d'être devancé, il devait se hâter de se mettre à l'œuvre. Il dit donc adieu à son atelier de teinture et s'empressa de chercher dans Paris quelque réduit propre à servir à ses travaux.

Il trouva ce qu'il cherchait dans les combles d'une petite

maison de la rue du Colombier : c'était une pauvre mansarde ouverte à tous les vents ; mais cette mansarde avait autrefois servi de cuisine, il y avait encore une cheminée et une table, et cela pouvait à la rigueur passer pour un laboratoire, car les grandes découvertes de notre temps ne sont pas toutes accomplies dans les fastueux laboratoires de nos savants en renom. Notre expérimentateur se mit alors, avec une patience et une ténacité sans exemple, à passer en revue toutes les substances de la chimie, afin de reconnaître celles qui se prêteraient le mieux aux opérations de la galvanoplastie industrielle.

Un an s'écoula dans ces travaux exécutés sans relâche. Au bout de ce temps, le problème était résolu dans ses limites les plus étendues. Non-seulement, en effet, M. de Ruolz découvrit un grand nombre de composés chimiques propres à argenter et à dorer les métaux par la pile, mais il trouva encore les moyens d'obtenir à volonté la précipitation galvanique de presque tous les métaux les uns sur les autres. Il alla plus loin que Spencer et Jacobi, car non-seulement il put précipiter avec économie l'or sur le cuivre, l'argent, le platine, etc., mais il parvint aussi à réaliser, sur un métal donné, la précipitation de la série de tous les autres métaux. Ce dernier résultat dépassait de beaucoup les prévisions que la science permettait de concevoir à cette époque.

Ayant ainsi atteint le but qu'il s'était proposé, M. de Ruolz n'avait plus que deux choses à faire : présenter au public et à l'Académie le résultat de ses travaux, chercher des capitaux pour exploiter son invention. Le 9 août 1841, il lut à l'Académie des sciences un mémoire dont le souvenir est resté, et dans lequel il exposait les détails de sa découverte. Comme il s'agissait d'une grande question scientifique et industrielle dont l'honneur devait rejaillir tout entier sur la France, M. Dumas se chargea de faire comprendre au monde savant la valeur et les conséquences du travail de M. de Ruolz. Le 29 novembre

suivant, l'illustre chimiste lut à l'Académie des sciences un rapport étendu dans lequel il exposait les découvertes de M. de Ruolz. Le beau rapport de M. Dumas, qui fixait avec une précision remarquable l'état de la question de la dorure au double point de vue scientifique et industriel, fut un événement dans la science, et donna aux travaux de M. de Ruolz un retentissement considérable.

Sur la seconde question, M. de Ruolz rencontra plus de difficultés. On hésitait à avancer cent écus pour une affaire qui, quelques années après, donnait des bénéfices énormes. Heureusement, le fabricant qui autrefois lui avait ouvert ses ateliers de teinture, M. Chappée, vint encore à son aide. Les capitaux furent trouvés, et l'exploitation industrielle allait commencer sur une échelle convenable, lorsqu'il survint un véritable coup de théâtre. Au moment où la fabrique allait lancer dans le public ses premiers produits, il fut signifié à M. de Ruolz d'avoir à suspendre toute fabrication. On lui exhiba un brevet pris en France par un Anglais, M. Elkington, et ce brevet renfermait la description de procédés de dorure presque en tout semblables à ses propres procédés. M. Elkington exploitait depuis quatre ans, à Birmingham, un nouveau procédé pour dorer le cuivre sans mercure, procédé que nous décrirons plus loin, et qui consiste simplement à plonger dans la dissolution alcaline d'un sel d'or les pièces à dorer. Mais comme ce moyen de dorure s'appliquait uniquement aux objets de cuivre, M. Elkington avait dirigé ou fait diriger, sous ses yeux, de nouvelles recherches dans le but de parvenir à dorer tous les métaux par la pile. Il avait résolu ce problème avec le même succès que notre compatriote, et sans doute en même temps que lui, car le brevet de dorure galvanique, exhibé à M. de Ruolz par les représentants de M. Elkington, portait la date du 27 septembre 1840; le premier brevet pris par M. de Ruolz était seulement du 19 décembre de la même année.

Il était évident qu'un procès allait s'engager, et que les capitaux des actionnaires français étaient menacés de disparaître avec ceux de l'entrepreneur anglais; au milieu de tout cela, quelque frêlon de l'industrie se serait jeté sur l'invention tombée à terre pendant la lutte. Il ne faut jamais désespérer des gens d'esprit. MM. Elkington et de Ruolz comprirent vite le péril; au lieu de se quereller, ils se tendirent la main, et se décidèrent à exploiter en France leur invention en commun.

C'est pour cela que quand on passait, il y a peu d'années, sur le boulevard de l'Ambigu, on voyait à gauche du théâtre, s'étaler sur une belle grille cette inscription : *Maison Elkington et de Ruolz*, qui témoignait de la prudence et du bon esprit des associés.

C'est encore pour cela qu'au mois de juin 1842, le prix de 12,000 francs, fondé par Montyon pour l'assainissement des arts insalubres, fut partagé entre MM. Elkington et de Ruolz (1).

Maintenant, si vous nous demandez ce que c'est que M. Elkington, c'est tout simplement un industriel anglais, qui avait eu la bonne inspiration d'acheter d'un chimiste de son pays, M. Wright, les procédés de dorure découverts par ce dernier. Aujourd'hui, M. Elkington inonde l'Angleterre et le nouveau monde des admirables produits de son industrie, et il est en train de faire, dans son établissement de Birmingham, une fortune de nabab.

Nous avons suffisamment parlé des inventeurs, passons maintenant à l'invention.

La nouvelle industrie de la dorure chimique se compose de deux branches distinctes : la *dorure par immersion* et la *dorure*

(1) Il faut ajouter que M. De la Rive obtint un prix de 4000 fr. pour avoir préparé la découverte, et pour avoir « *appliqué le premier les forces électriques à la dorure des métaux.* »

par voie galvanique. La première, qui a été imaginée et mise en pratique en Angleterre par M. Elkington dès l'année 1836, ne donne qu'une couche métallique d'une excessive minceur ; elle ne peut s'appliquer qu'au cuivre et à ses alliages, et sert exclusivement pour le filigrane de cuivre et les objets d'ornementation qui ne doivent pas être soumis à des frottements habituels. La dorure galvanique, due aux recherches simultanées de MM. Elkington et de Ruolz, s'applique à presque tous les métaux, elle donne des couches de toute épaisseur, et sert pour les objets destinés à de longs usages. Exposons rapidement les procédés de chacune de ces deux branches de la dorure chimique.

Toutes les fois que l'on plonge dans la dissolution d'un sel métallique un métal qui est plus oxydable que celui de la dissolution, ce dernier est précipité; il se dépose sur le métal immergé, qui lui-même se dissout alors dans le liquide. Que l'on place, par exemple, une lame de cuivre dans une dissolution d'azotate d'argent, la lame de cuivre se recouvrira d'argent métallique, et en même temps une portion de cuivre, passant à l'état d'azotate, entrera en dissolution dans la liqueur pour remplacer l'argent précipité. Le même fait se reproduirait avec toutes les dissolutions des sels d'argent; il y aurait toujours précipitation de l'argent et dissolution d'une quantité correspondante de cuivre. Ce principe établi, il est facile de comprendre théoriquement le nouveau procédé de dorure par voie humide, qui est connu dans le commerce sous le nom de *dorure par immersion* ou *dorure au trempé*. L'opération s'effectue en plongeant les objets de cuivre dans la dissolution d'un sel d'or : il se fait aussitôt sur le cuivre un dépôt d'or métallique aux dépens d'une partie correspondante du métal de la pièce immergée. On comprend que la couche d'or déposée doit être excessivement mince, car le dépôt est dû à l'action du cuivre sur la dissolution d'or, action qui cesse dès que l'or

recouvre exactement le cuivre et le met ainsi à l'abri de l'action chimique de la liqueur.

C'est là le principe de la dorure par immersion ; quant aux moyens pratiques, ils sont de la plus grande simplicité. La dissolution d'or sur laquelle on opère est du chlorure d'or que l'on fait bouillir pendant deux heures avec une grande quantité de bicarbonate de potasse ; l'acide carbonique se dégage, et le chlorure d'or se transforme en aurate de potasse, sel qui a la propriété de céder l'or au cuivre à la température de l'ébullition. Ce liquide étant entretenu bouillant dans une bassine de fonte, on y plonge les objets à dorer (préalablement bien nettoyés et décapés par un acide), en les suspendant à une tige de métal que l'opérateur tient à la main. L'objet est doré en quelques secondes. Rien n'est plus curieux que de voir les pièces de cuivre plongées dans le liquide, et qui sortent du bain recouvertes aussitôt d'une couche d'or du plus bel éclat. L'objet ainsi doré est lavé dans une cuve d'eau, et séché à la sciure de bois, selon une pratique en usage dans l'orfévrerie. Par cette nouvelle méthode, la dorure d'un kilogramme de cuivre en lames très minces ne coûte que de 18 à 20 francs ; par l'ancien procédé elle coûtait souvent jusqu'à 120 francs pour les objets estampés ; de plus, quand les pièces étaient minces ou délicates, elles résistaient difficilement à l'action du mercure.

La dorure *au trempé*, qui ne peut s'effectuer qu'avec le cuivre ou ses alliages, ne donne qu'un vernis d'or d'une ténuité excessive. Passons à la dorure par voie galvanique, qui s'applique à presque tous les métaux et permet d'obtenir une dorure à toute épaisseur.

La dorure électro-chimique est fondée sur les mêmes principes que la galvanoplastie. En ce qui concerne la théorie, nous n'aurons par conséquent rien à ajouter aux explications données plus haut à propos de la précipitation galvanique des

métaux. Bornons-nous à indiquer les moyens pratiques qui permettent de mettre ces procédés à exécution.

La pièce à dorer est attachée au pôle négatif d'une pile d'Archereau, et les deux pôles de la pile plongent dans la dissolution du sel d'or; celle-ci est réduite sous l'influence du courant, et l'or vient se déposer au pôle négatif, c'est-à-dire sur la pièce à dorer. Au pôle positif qui plonge dans le bain, on attache une lame d'or, c'est-à-dire un *anode soluble* destiné à remplacer le métal au fur et à mesure de sa précipitation. Le succès de l'opération tient surtout à la nature des dissolutions d'or employées. Il ne suffit pas, en effet, d'obtenir un dépôt d'or métallique, il faut qu'il adhère assez fortement au métal pour subir l'action du brunissoir. Il faut encore que le dépôt conserve son adhérence, même lorsque la couche d'or présente une certaine épaisseur. La variété extrême de composés d'or que M. de Ruolz a essayés et mis en usage lui a permis de résoudre complétement ces difficultés. Le cyanure d'or dissous dans le prussiate jaune de potasse, ou le cyanure simple de potassium, est le composé le plus employé dans la dorure galvanique. Le chlorure d'or et les chlorures doubles dissous dans les mêmes cyanures, le sulfure d'or, réussiraient également.

La dorure galvanique présente cet avantage capital, qu'elle peut s'appliquer à tous les métaux usuels.

L'argent, par exemple, se dore avec une telle facilité, que le vermeil s'obtient aujourd'hui presque tout entier par ce moyen. On varie à volonté l'épaisseur de la couche d'or; sur la même pièce on obtient à la fois de l'or mat et de l'or poli. En faisant des *réserves* à l'aide d'un vernis, on peut déposer alternativement sur la même pièce une couche d'or ou d'argent, et l'on réalise ainsi des mélanges extrêmement remarquables sous le rapport de l'art.

Le bronze et le laiton se dorent aussi bien que l'argent. Le

commerce fabrique aujourd'hui avec ce dernier alliage des objets d'ornement et de décoration qui sont d'une élégance et d'une délicatesse exquises.

L'acier et le fer se dorent par cette méthode avec une grande solidité. Tout le monde sait qu'une foule d'objets usuels, tels que les couteaux de dessert, les instruments de chirurgie, les ustensiles de laboratoire, les armes, les montures de lunettes et une foule d'objets de fer et d'acier, reçoivent avec avantage ce vernis d'or qui est susceptible de résister à un long usage, pourvu que la couche d'or présente une certaine épaisseur.

L'or n'est pas, avons-nous dit, le seul métal que l'on puisse déposer, en couches plus ou moins épaisses, par les procédés galvaniques. Par l'emploi de dissolutions convenablement choisies, M. de Ruolz est parvenu à obtenir par les mêmes moyens des dépôts d'argent, de platine, de cuivre, de plomb, de cobalt, de nickel, de zinc, etc.

L'application de l'argent sur le cuivre, le laiton et le maillechort, se fait avec une telle facilité, qu'elle remplace maintenant tous les anciens procédés d'argenture légère. Ce nouveau procédé d'argenture a diminué dans une proportion notable la fabrication du plaqué, et fait complétement abandonner le procédé d'argenture à la feuille.

L'argenture a pris, dans les ateliers de M. Christofle, une très grande extension (1); la vaisselle argentée constitue un des produits les plus importants de la nouvelle industrie électrochimique. Cette industrie, exploitée aujourd'hui sur une très grande échelle, constitue une des branches les plus florissantes

(1) Les procédés de MM. de Ruolz et Elkington pour la dorure des métaux par la voie galvanique ont été acquis en France par M. Christofle, qui a fondé à Paris un établissement des plus importants pour l'application des nouveaux procédés de la dorure chimique. Il faut ajouter, cependant, que par suite de l'expiration des brevets, les procédés de dorure et d'argenture par la pile sont tombés aujourd'hui dans le domaine public.

du commerce de Paris. M. Elkington possède en Angleterre un établissement plus considérable encore. Les avantages remarquables à plusieurs titres que présente l'usage de la vaisselle argentée par la pile justifient et font comprendre ce succès. Malheureusement, le prix encore assez élevé de l'argenture galvanique empêche ces utiles produits de prendre toute l'extension qu'ils devraient recevoir dans les usages de l'économie domestique : la classe peu fortunée, pour laquelle ils offriraient tant d'avantages, est contrainte d'y renoncer.

M. de Ruolz ne s'est pas borné à l'application galvanique des métaux précieux ; étendant ses procédés à tous les métaux usuels, il a réussi à cuivrer, à zinguer, à étamer, à plomber divers métaux.

L'application du cuivre, de l'étain, du plomb, du nickel et du cobalt, ne semble pas présenter jusqu'ici, dans les arts, d'utilité bien manifeste, et ne peut servir que dans certains cas spéciaux et limités ; mais l'application galvanique du zinc est une opération industrielle d'une incontestable valeur. Le commerce fabrique, depuis plusieurs années, sous le nom impropre de *fer galvanisé*, divers objets de tôle, de fonte ou de fer, recouverts de zinc, par la simple immersion de ces objets dans un bain de zinc fondu. Ce fer zingué jouit de propriétés éminemment utiles, trop peu connues et trop peu appréciées encore des industriels de notre pays. L'enveloppe de zinc qui recouvre le fer préserve ce métal si oxydable de toute altération par le contact de l'air ou de l'eau, et l'expérience a depuis longtemps démontré les avantages extraordinaires que présente le fer galvanisé, sous le rapport de sa durée et de sa résistance aux agents extérieurs. Malheureusement la nécessité de déposer le zinc à chaud enlevait au fer une partie de sa ténacité ; il est d'ailleurs difficile et souvent impossible d'appliquer cette enveloppe de zinc aux objets d'art et aux pièces délicates, dont elle détruit ou ensevelit les formes.

Le zincage du fer par la pile galvanique n'a aucun de ces inconvénients, car il s'exécute à froid et conserve ainsi la ténacité du métal; déposé en couches minces, il respecte les contours et les moindres détails des pièces métalliques. Le fer ainsi traité présente l'avantage de se conserver à l'abri de la rouille pendant de longues années, et il rendra, sous ce rapport, d'immenses services dans les arts.

M. de Ruolz a fait, dans ces derniers temps, une très belle application des procédés électro-chimiques en obtenant par la pile un dépôt d'alliages métalliques. Si l'on fait un mélange, dans des proportions convenables, de sulfate de zinc et de cyanure de cuivre, on obtient, par la pile, un dépôt simultané de cuivre et de zinc, et ces deux métaux, au moment de leur précipitation, s'unissent pour donner naissance à du laiton. Par des moyens semblables on peut obtenir un dépôt de bronze avec des dissolution de sels de cuivre et d'étain. Cette découverte qui présentait, au point de vue théorique et pratique, de nombreuses difficultés, est aujourd'hui mise à profit dans l'industrie pour recouvrir d'une enveloppe extérieure de cuivre des objets de fer, et réunir ainsi à l'économie de l'emploi du fer l'avantage de préserver de l'oxydation ce métal si altérable.

Nous avons exposé l'état présent de la galvanoplastie et le rôle que jouent, dans l'industrie actuelle, les procédés de la dorure et de l'argenture électro-chimiques. On comprend sans peine tous les services que ces moyens nouveaux promettent à l'ensemble des arts, l'impulsion neuve et féconde qu'en recevront le commerce et l'emploi des métaux précieux, enfin les avantages qu'ils assurent à l'économie usuelle et domestique. L'importance industrielle de l'électro-chimie et des opérations qui s'y rattachent est évidemment destinée à s'accroître beau-

coup dans l'avenir. Resterait-elle d'ailleurs renfermée dans ses limites actuelles, la galvanoplastie n'en serait pas moins digne d'être rangée parmi les découvertes les plus intéressantes de notre époque, par le nombre, la variété, l'étendue, la nouveauté de ses applications. Malheureusement, en toute chose humaine, le mal se trouve trop souvent placé à côté du bien. En matière d'industrie, nos forces ne peuvent s'agrandir et s'étendre sans fournir en même temps à la fraude des ressources nouvelles jusque-là inconnues. La galvanoplastie, qui promet à l'humanité d'incontestables avantages, apporte en même temps avec elle la menace d'imminents périls. Il y a rarement bénéfice à taire une vérité. Avouons donc, sans détour inutile, que la galvanoplastie, la dorure et l'argenture chimiques, mettent une arme nouvelle et une arme terrible aux mains du contrefacteur, du faux monnayeur et du faussaire. Sans entrer dans d'autres explications, il est facile de comprendre dans quelle situation se trouvent placés désormais la société, le commerce et l'industrie, en présence d'un art qui permet de copier en quelques instants, et avec la plus parfaite exactitude, toutes les surfaces en relief; qui, avec l'objet resté seulement quelques minutes entre les mains du contrefacteur, permet d'en obtenir le moule, et avec ce moule de reproduire l'original avec une fidélité si entière, qu'il est impossible à l'œil le plus exercé de distinguer le modèle de la copie ; d'un art, enfin, qui permet de dorer, d'argenter, de platiner toute matière métallique à toute épaisseur, sans altérer en rien ses formes, et dont les produits s'obtiennent sans bruit, sans dépense, sans appareil extérieur, sans secours étranger et dans l'emplacement le plus exigu. Les institutions de la société civilisée se trouvent donc en face d'un pressant danger, et d'un danger d'autant plus sérieux, que jusqu'à ce moment personne, autour de nous, ne semble comprendre ni sa gravité ni son étendue. Aussi est-il urgent que le gouverne-

ment, l'administration et le commerce, se mettent en mesure pour ne pas être surpris un jour par quelque terrible réveil. De son côté, la science ne doit pas rester inactive ; et elle possède et elle doit perfectionner les moyens de conjurer ces périls. Qu'elle s'applique donc à prévenir ou à détourner les effets de l'arme redoutable que le crime peut-être s'apprête à mettre en jeu, et qu'ainsi il lui soit donné de guérir elle-même le mal qu'elle a pu causer. Si, d'après la grande et juste image des Écritures, l'arbre de la science porte dans ses rameaux les fruits du bien mêlés aux fruits du mal, développons les germes heureux, et sachons élever hors de la portée de la main du crime les fruits empoisonnés.

LA PLANÈTE LE VERRIER.

LA PLANÈTE LE VERRIER.

La science, comme la guerre, a ses actions d'éclat. L'histoire des travaux de l'esprit humain nous fournit quelques exemples de ces sortes de hauts faits scientifiques dans lesquels la grandeur de la découverte, l'imprévu de ses résultats, l'étendue de ses conséquences, les difficultés qui l'environnaient, tout semble se réunir pour confondre l'esprit du vulgaire et arracher à l'homme éclairé un cri d'enthousiasme. Telle fut l'impression que produisirent en 1687 les recherches de Newton, résumées dans son immortel ouvrage, *Principes mathématiques de la philosophie naturelle.* Lorsque, étendant les lois de la gravitation à toutes les particules matérielles de l'univers, ce grand géomètre démontra pour la première fois, que les astres circulant dans leur orbite et les corps qui tombent à la surface de la terre, obéissent à une commune loi, ce fut, selon l'expression de M. Biot, avec une admiration qui tenait de la stupeur, que l'on vit de tels sujets et en si grand nombre, soumis au calcul par un seul homme. C'est avec un sentiment à peu près semblable qu'a été accueillie de nos jours la découverte de l'*éthérisation*, qui réalisa en un moment le rêve de vingt siècles. De tels triomphes sont utiles et presque nécessaires pour entretenir la juste considération que l'on doit aux sciences. Nous sommes très disposés, sans doute, à confesser l'impor-

tance des recherches scientifiques, mais il n'est pas hors de propos que, par intervalles, quelques faits irrécusables viennent justifier cette confiance en quelque sorte instinctive, et nous fournir un témoignage visible de l'utilité de certains travaux dont les applications sont difficiles à saisir au premier aperçu. Rien n'a mieux servi à ce titre les intérêts et l'honneur des sciences que la découverte de la planète Le Verrier. L'histoire conserve avec orgueil les noms de quelques astronomes heureux qui reconnurent dans le ciel l'existence de planètes jusqu'alors ignorées; mais ces découvertes n'avaient en elles-mêmes rien d'inusité ni d'insolite, elles ne sortaient pas du cadre de nos moyens habituels d'exploration; le perfectionnement des instruments d'optique y joua le premier et quelquefois l'unique rôle. Les planètes Uranus, Cérès, Pallas, Vesta, Junon, Astrée, et les autres petites planètes, ont été reconnues en étudiant avec le télescope les diverses plages célestes. C'est par une méthode différente et bien autrement remarquable que M. Le Verrier a procédé. Il n'a pas eu besoin de lever les yeux vers le ciel; sans autre secours que le calcul, sans autre instrument que sa plume, il a annoncé l'existence d'une planète nouvelle qui circule aux confins de notre univers, à douze cents millions de lieues du soleil. Non-seulement il a constaté son existence, mais il a déterminé sa situation absolue et les dimensions de son orbite, évalué sa masse, réglé son mouvement et assigné sa position à une époque déterminée; de telle sorte que, sans avoir une seule fois mis l'œil à une lunette, sans avoir jamais observé lui-même et probablement parce qu'il n'a jamais observé, il a pu dire aux astronomes : « A tel jour, à telle heure, braquez vos télescopes vers telle région du ciel, vous apercevrez une planète nouvelle. Aucun œil humain ne l'a encore aperçue, mais je la vois avec les yeux infaillibles du calcul. » Et l'astre fut reconnu précisément à la place indiquée par cette prophétie extraordinaire. Voilà ce qui fait la grandeur et l'ori-

ginalité admirable de cette découverte positivement unique dans l'histoire des sciences.

Mais ce n'est pas seulement comme un moyen de grandir aux yeux du monde l'autorité des sciences, que la découverte de M. Le Verrier se recommande à notre attention. Elle est appelée à exercer sur l'avenir de l'astronomie une influence positive, et nous nous attacherons à faire comprendre la direction particulière qu'elle doit imprimer à ses travaux. Personne n'ignore, d'ailleurs, que la découverte de notre compatriote a soulevé en Angleterre une discussion assez vive de priorité. La publication du travail original de l'astronome anglais a permis de résoudre cette question d'internationalité scientifique qui a sérieusement occupé les savants des deux côtés du détroit. Ajoutons enfin, qu'il n'est pas hors de propos d'examiner et de réduire à leur juste valeur certaines critiques que le travail de M. Le Verrier a provoquées parmi nous. Il est si facile, en ces matières, de surprendre et d'égarer l'opinion publique, que sur la foi de ces discussions, bien des personnes s'imaginent aujourd'hui que la découverte de M. Le Verrier s'est évanouie entre ses mains et que sa planète a disparu du ciel. On est presque honteux d'avoir de telles présomptions à combattre ; cependant il importe à l'honneur scientifique de notre pays de couper court sans retard à une erreur si grossière. L'histoire de cette découverte et des moyens qui ont servi à l'accomplir suffira à rétablir la vérité.

CHAPITRE PREMIER.

Histoire de la découverte de la planète Le Verrier.

L'observation attentive du ciel fait reconnaître l'existence de deux sortes d'astres : les uns, en multitude innombrable, sont invariablement fixés à la voûte céleste et conservent entre eux des relations constantes de position, ce sont les étoiles; les autres, en très petit nombre, se montrent toujours errants dans le ciel, ce sont les planètes. Le déplacement n'est pas le seul moyen qui permette de distinguer les planètes des étoiles ; en général, les planètes se reconnaissent à une lumière, quelquefois moins vive, mais tranquille et non vacillante : elles ne scintillent pas comme les étoiles ; enfin à l'aide des instruments, on leur reconnaît un disque ou un diamètre sensible, tandis que les étoiles ne se présentent dans nos lunettes que comme des points sans dimension appréciable. On compte aujourd'hui plus de trente planètes. Cinq ont été connues de toute antiquité, ce sont Mercure, Vénus, Mars, Jupiter et Saturne. Les autres ne peuvent s'apercevoir qu'à l'aide du télescope, aussi leur découverte est-elle postérieure à l'époque de la construction et du perfectionnement des instruments d'optique. Lorsque William Herschel eut construit, à la fin du XVIII[e] siècle, ses gigantesques télescopes, il put pénétrer dans l'espace à des profondeurs jusque-là inaccessibles aux yeux des hommes; la première découverte importante qu'il réalisa par ce moyen fut celle de la planète Uranus.

Le 13 mars 1781, Herschel étudiait les étoiles des *Gémeaux*,

lorsqu'il remarqua que l'une des étoiles de cette constellation, moins brillante que ses voisines, paraissait offrir un diamètre sensible. Deux jours après l'astre avait changé de place. Herschel ne s'arrêta pas d'abord à l'idée que cet astre nouveau pourrait être une planète; il le prit simplement pour une comète, et il l'annonça sous ce titre aux astronomes. On sait que l'orbite que les comètes décrivent est en général une parabole, tandis que les planètes parcourent une ellipse presque circulaire dans leur révolution autour du soleil. Après quelques semaines d'observation on se mit à calculer l'orbite suivie par la prétendue comète ; mais l'astre s'écartait rapidement de chaque parabole à laquelle on prétendait l'assujettir. Enfin, quelques mois après, un Français, amateur d'astronomie, le président de Saron, reconnut le premier que le nouvel astre était situé bien au delà de Saturne, et que son orbite était sensiblement circulaire. Dès lors il n'y avait pas à hésiter, ce n'était pas une comète, c'était bien réellement une planète circulant autour du soleil à une distance à peu près double du rayon de l'orbe de Saturne.

Dès que l'existence de la nouvelle planète fut bien constatée, on s'occupa de déterminer avec précision les éléments de son orbite. Avec les moyens dont l'astronomie dispose de nos jours, l'orbite d'Uranus aurait été calculée quelques jours après sa découverte et avec très peu d'erreur. Mais les méthodes mathématiques étaient loin de permettre encore de procéder avec autant de sûreté et de promptitude. Ce ne fut qu'un an plus tard que Lalande put la calculer au moyen d'une méthode dont il était l'auteur.

Cependant l'observation de la marche d'Uranus montra bientôt que cet astre était loin de suivre l'orbite assignée par Lalande. On chercha donc à corriger les erreurs introduites dans les calculs de Lalande en tenant compte des actions que l'on désigne sous le nom de *perturbations planétaires*. Les lois de

Képler permettent de fixer d'avance l'orbite d'un astre quand on a déterminé, un petit nombre de fois, sa position dans le ciel. Cependant les lois de Képler ne sont pas exactes d'une manière absolue ; elles ne le seraient que si le soleil agissait seul sur les planètes. Or, la gravitation est universelle, c'est-à-dire que chaque planète est constamment écartée de la route que lui tracent les lois de Képler, par les attractions qu'exercent sur elle toutes les autres planètes. Ces écarts constituent ce que les astronomes désignent sous le nom de *perturbations planétaires*. Leur petitesse fait qu'elles ne deviennent sensibles que par des mesures très délicates, mais les perfectionnements des moyens d'observation les ont rendues, depuis Képler, très facilement appréciables. Dès les premiers temps de la découverte d'Uranus, on reconnut l'influence qu'exerçaient sur cet astre les perturbations de Saturne et de Jupiter, et grâce aux progrès de la mécanique des corps célestes, créée par Newton, grâce aux travaux de ses successeurs, Euler, Clairault, d'Alembert, Lagrange et Laplace, on put calculer les mouvements d'Uranus, en ayant égard non-seulement à l'action prépondérante du soleil, mais encore aux influences perturbatrices des autres planètes. On put ainsi construire l'*éphéméride* d'Uranus, c'est-à-dire l'indication des positions successives qu'il devait occuper dans le ciel. L'Académie des sciences proposa cette question pour sujet de prix en 1790. Delambre, appliquant les théories de Laplace au calcul de l'orbite d'Uranus, construisit les tables de cette planète. Mais l'inexactitude des tables de Delambre ne tarda pas à être démontrée par l'observation directe, et il fallut en construire de nouvelles. Ce travail fut exécuté en 1821 par Bouvard.

En dépit de ces nouvelles corrections, Uranus continua de s'écarter de la voie que lui assignait la théorie. L'erreur allait tous les jours grandissant ; enfin la *planète rebelle*, comme on l'appela, n'avait pas encore terminé une de ses révolutions, que

l'on perdait tout espoir de représenter ses mouvements par une formule rigoureuse.

Les astronomes ne sont pas habitués à de pareils mécomptes, cette discordance les préoccupa vivement. Pour une science aussi sûre dans ses procédés, c'était là un fait d'une gravité extraordinaire. Aussi eut-on recours, pour l'expliquer, à toutes les hypothèses possibles. On songea à l'existence d'un certain fluide hypothétique répandu dans l'espace, désigné sous le nom d'*éther*, et qui troublerait, par sa résistance, les mouvements d'Uranus; on parla d'un gros satellite qui le suivrait, ou bien d'une planète encore inconnue dont l'action perturbatrice produirait les variations observées; on alla même jusqu'à supposer qu'à la distance énorme du soleil (près de sept cents millions de lieues) où se trouve Uranus, la loi de la gravitation universelle pourrait perdre quelque chose de sa rigueur; enfin, une comète n'aurait-elle pu troubler brusquement la marche d'Uranus? Mais ces diverses hypothèses n'étaient appuyées d'aucune considération sérieuse, et personne ne songea à les soumettre au calcul. En cela, du reste, chacun suivait le penchant de son imagination sans invoquer d'arguments bien positifs. On ne pouvait penser sérieusement à entreprendre un travail mathématique dont les difficultés étaient immenses, dont l'utilité n'était pas établie, et dont on ne possédait même pas les éléments essentiels. C'est en cet état que M. Le Verrier trouva la question.

M. Le Verrier n'était alors qu'un jeune savant assez obscur; il était simple répétiteur d'astronomie à l'École polytechnique. Cependant son habileté remarquable dans les hauts calculs était connue des géomètres, et les recherches qu'il avait publiées en 1840 sur les perturbations et les conditions de stabilité de notre système planétaire, avaient donné une haute opinion de son aptitude à manier l'analyse. C'est sur cette assurance qu'Arago conseilla, en 1845, au jeune astronome d'attaquer

par le calcul la question des perturbations d'Uranus. C'était là un travail effrayant par ses difficultés et son étendue : une partie de la vie de Bouvard s'y était consumée sans résultat ; mais la simplification que M. Le Verrier avait introduite lui-même dans certains calculs de la mécanique céleste devait trouver dans ces recherches une application toute tracée. D'ailleurs l'astronomie est aujourd'hui une science si avancée et si parfaite, qu'elle n'offre qu'un bien petit nombre de ces grands problèmes capables de séduire l'imagination et d'entraîner les jeunes esprits ; il y avait au contraire au bout de celui-ci une perspective toute brillante de gloire : M. Le Verrier se décida à l'entreprendre.

La première chose à faire, c'était de reprendre dans son entier le travail de Bouvard, afin de reconnaître s'il n'était pas entaché d'erreurs. Il fallait s'assurer, en remaniant les formules, en poussant plus loin les approximations, en considérant quelques termes nouveaux négligés jusque-là, si l'on ne pourrait pas réconcilier l'observation avec la théorie, et expliquer, à l'aide de ces éléments rectifiés, les mouvements d'Uranus par les seules influences du soleil et des planètes agissant conformément au principe de la gravitation universelle. Telle fut la première partie du grand travail accompli par M. Le Verrier ; elle fut l'objet d'un mémoire étendu qui fut présenté à l'Académie des sciences le 10 novembre 1845. L'habile géomètre établissait, par un calcul rigoureux et définitif, quelles étaient la forme et la grandeur des termes que les actions perturbatrices de Jupiter et de Saturne introduisent dans l'expression algébrique de la position d'Uranus. Il résultait déjà de cette révision analytique qu'on avait négligé dans les calculs antérieurs des termes nombreux et très notables, dont l'omission devait rendre impossible la représentation exacte des mouvements de la planète. M. Le Verrier reconnut ainsi que les tables données par Bouvard étaient entachées d'erreurs qui viciaient l'ellipse théo-

rique d'Uranus, à tel point que, par cela seul, et indépendamment de toute autre cause, les tables construites avec des éléments aussi imparfaits ne pouvaient en aucune manière concorder avec l'observation. Ainsi furent mises en évidence les inexactitudes qui affectent les calculs de Bouvard.

Cette révélation, pour le dire en passant, étonna beaucoup les astronomes; mais peut-être a-t-on trop insisté à cette époque sur les erreurs de Bouvard. Pour juger le travail de ce géomètre, il faut se reporter à l'époque où il fut exécuté, et considérer surtout que les méthodes perfectionnées dont on se sert aujourd'hui étaient encore à découvrir. Ainsi que le remarque M. Biot, Bouvard a fait tout ce que l'on pouvait faire de son temps : « On fait mieux maintenant, dit M. Biot, ces calculs après lui, mais, sans lui, on n'aurait pas seulement à les perfectionner : le sujet manquerait ; car, sans l'assistance de Bouvard, Laplace n'aurait jamais pu étendre si loin les développements de ses profondes théories. »

Les personnes qui fréquentaient, il y a quelques années, les séances de l'Institut, ne manquaient pas de remarquer un petit vieillard négligemment vêtu, et qui, toujours assis à la même place, passait tout l'intervalle de la séance courbé sur un cahier couvert de chiffres : c'était Bouvard, qui, selon l'expression d'Arago, « ne cessa de calculer qu'en cessant de vivre. » Venu à Paris du fond de la Savoie, sans éducation et sans ressources, le hasard l'avait rendu témoin des travaux de l'Observatoire, et dès ce moment une véritable passion s'était développée en lui pour l'astronomie et les mathématiques. Il s'occupait d'études de ce genre avec une ardeur extraordinaire et sans trop savoir où elles le conduiraient, lorsqu'il eut l'occasion d'être mis en rapport avec Laplace. Le grand géomètre, retiré alors à la campagne, dans les environs de Melun, travaillait à la composition de sa *Mécanique céleste.* Mais il ne pouvait suffire seul aux calculs et aux déductions numériques que

nécessitait cette œuvre immense. Il trouva un secours d'une valeur inestimable dans l'assistance de Bouvard, qui, dès ce moment, se dévoua à ses travaux avec une docilité et une patience infatigables. C'est grâce à l'abnégation de Bouvard et par sa collaboration assidue, qui se prolongea durant sa vie entière, que Laplace put mener à fin cette œuvre de génie, dont les géomètres de notre temps recueillent les bénéfices. Ainsi, sans les travaux de Bouvard, les méthodes abrégées de calcul dont nos astronomes tirent un si grand parti seraient encore à créer aujourd'hui; il y aurait donc injustice à lui reprocher avec amertume des erreurs qui ont été le fait moins de son esprit que de son temps.

Les erreurs de Bouvard une fois constatées, M. Le Verrier corrigea les formules qui avaient présidé à la composition des tables de cet astronome; il en construisit de nouvelles, et compara les nombres ainsi rectifiés avec les données de l'observation directe. Malgré cette correction, ces tables restèrent en désaccord avec les mouvements d'Uranus. M. Le Verrier put donc conclure, mais cette fois avec toute la rigueur d'une démonstration mathématique, que la seule influence du soleil et des planètes connues était insuffisante pour expliquer les mouvements de cet astre, et que l'on ne parviendrait jamais à représenter sa marche, si l'on n'avait égard à d'autres causes. Ainsi ce n'était plus désormais dans les erreurs des géomètres, mais bien dans le ciel même qu'il fallait chercher la clef des anomalies d'Uranus. Une carrière nouvelle s'ouvrait donc devant M. Le Verrier; il s'y engagea sans retard, et le 1er juin 1846, dans un mémoire que tout le monde a lu, il exposait le résultat de ses admirables calculs.

Nous avons déjà vu que, pour expliquer les perturbations d'Uranus, les astronomes avaient mis en avant un grand nombre d'hypothèses. On avait songé à la résistance de l'éther, à un satellite invisible, à une comète qui aurait passé dans le

voisinage d'Uranus, à une planète encore inconnue ; enfin on était allé jusqu'à redouter qu'à la distance énorme de cette planète, la loi de la gravitation ne perdît quelque chose de sa rigueur. Au début de son mémoire, M. Le Verrier passe en revue chacune de ces hypothèses, et il montre que la seule idée à laquelle on puisse logiquement s'attacher, c'est l'existence dans le ciel d'une planète encore inconnue.

« Je ne m'arrêterai pas, dit M. Le Verrier, à cette idée que les lois de la gravitation pourraient cesser d'être rigoureuses, à la distance du soleil où circule Uranus. Ce n'est pas la première fois que, pour expliquer les anomalies dont on ne pouvait se rendre compte, on s'en est pris au principe de la gravitation. Mais on sait aussi que ces hypothèses ont toujours été anéanties par un examen plus profond des faits. L'altération des lois de la gravitation serait une dernière ressource à laquelle il ne serait permis d'avoir recours qu'après avoir épuisé les autres causes, et les avoir reconnues impuissantes à produire les effets observés.

» Je ne saurais croire davantage à la résistance de l'éther, résistance dont on a à peine entrevu les traces dans le mouvement des corps dont la densité est la plus faible, c'est-à-dire dans les circonstances qui seraient les plus propres à manifester l'action de ce fluide.

» Les inégalités particulières d'Uranus seraient-elles dues à un gros satellite qui accompagnerait la planète ? Ces inégalités affecteraient alors une très courte période : et c'est précisément le contraire qui résulte des observations. D'ailleurs le satellite dont on suppose l'existence devrait être très gros, et n'aurait pu échapper aux observateurs.

» Serait-ce donc une comète qui aurait, à une certaine époque, changé brusquement l'orbite d'Uranus ? Mais alors la période des observations de cette planète de 1781 à 1820 pourrait se lier naturellement, soit à la série des observations antérieures, soit à la série des observations postérieures ; or, elle est incompatible avec l'une et l'autre.

» Il ne nous reste ainsi d'autre hypothèse à essayer que celle d'un corps agissant d'une manière continue sur Uranus, et changeant son mouvement d'une manière très lente. Ce corps, d'après ce

que nous connaissons de la constitution de notre système solaire, ne saurait être qu'une planète encore ignorée. »

M. Le Verrier démontre, dans la suite de son mémoire, que cette hypothèse explique numériquement tous les résultats de l'observation, et il établit d'une manière irrécusable l'existence d'une planète, jusqu'alors inconnue, et qui trouble, par son attraction, les mouvements d'Uranus. Mais par quels moyens l'illustre astronome a-t-il été conduit à un résultat si remarquable, et sur quels faits a-t-il appuyé ses calculs?

Il ne savait rien sur la masse de la planète perturbatrice, ni sur l'orbite qu'elle décrivait; il était donc nécessaire d'établir quelque hypothèse qui pût servir de point de départ au calcul. Pour donner à la planète inconnue une place approximative, M. Le Verrier eut recours à une loi célèbre en astronomie. On sait que les distances des planètes au soleil sont à peu près doubles les unes des autres; cette relation purement empirique, et dont la cause physique est d'ailleurs inconnue, porte le nom de *loi de Bode* ou *de Titius*. Képler avait déjà signalé, entre les distances des planètes au soleil, un rapport de ce genre, et il avait été amené par cette remarque à indiquer entre Mars et Jupiter l'existence d'une lacune ou de ce qu'il nommait un *hiatus*. La patience et la sagacité des astronomes modernes ont confirmé cette conjecture hardie, en faisant découvrir dans cet espace, et aux places indiquées par la loi de Bode, les planètes Cérès, Pallas, Junon, Vesta, et toute la série des petites planètes télescopiques. Comme Uranus est deux fois plus éloigné du soleil que Saturne, M. Le Verrier pensa que la nouvelle planète serait elle-même deux fois plus éloignée du soleil qu'Uranus. Cette hypothèse lui fournit donc une première évaluation approximative de la distance de l'astre inconnu, qui savait d'ailleurs se mouvoir à peu près dans l'écliptique.

Ce premier résultat obtenu, il restait à fixer la position

actuelle de l'astre dans son orbite avec assez de précision pour que l'on pût se mettre à sa recherche. Si la position et la masse de la planète avaient été connues, on aurait pu en déduire les perturbations qu'elle fait subir à Uranus ; mais ici le problème se trouvait renversé : les perturbations étaient connues, il fallait déterminer avec cet élément la position que la planète occupait dans le ciel, évaluer sa masse, trouver la forme et la position de son orbite, et expliquer par son action les inégalités d'Uranus.

Il nous est impossible d'entrer dans aucun détail sur la méthode mathématique suivie par M. Le Verrier, sur les calculs immenses qu'elle a nécessités, les obstacles de tout genre que cet astronome dut rencontrer, et l'habileté prodigieuse avec laquelle il les surmonta. Nous donnerons cependant une idée suffisante des difficultés que présentait l'exécution de ce travail, en disant que ces petits déplacements d'Uranus, ces perturbations qui étaient les seules données du problème, ne dépassent guère en grandeur $\frac{1}{60}$ de degré, c'est-à-dire, par exemple, le diamètre apparent de la planète Vénus, quand elle est le plus près de la terre. Bien plus, ce n'étaient pas ces perturbations mêmes qui étaient les éléments du calcul, mais leurs variations, leurs irrégularités, c'est-à-dire des quantités encore plus petites et entachées naturellement des erreurs d'observation. Ajoutons enfin que les vrais éléments de l'orbite d'Uranus ne pouvaient être considérés eux-mêmes comme connus avec exactitude, puisqu'on les avait calculés sans tenir compte des perturbations de la planète qu'il s'agissait de chercher.

M. Le Verrier triompha de toutes ces difficultés par son génie mathématique. Le 1er juin 1846, il annonçait publiquement à l'Académie des sciences ce résultat formel : *La planète qui trouble Uranus existe. Sa longitude au 1er janvier 1847 sera de 325 degrés, sans qu'il puisse y avoir une erreur de 10 degrés sur cette évaluation.*

Cependant, pour assurer la découverte matérielle de la nouvelle planète, pour en hâter l'instant, il ne suffisait pas d'avoir mathématiquement démontré son existence, et d'avoir assigné, avec une certaine approximation, sa position actuelle. Comme elle avait jusqu'à ce moment échappé aux observateurs, il était évident qu'elle devait offrir dans les lunettes l'apparence d'une étoile et se confondre avec elles. Il fallait donc déterminer avec plus de rigueur sa position à un jour donné, c'est-à-dire le lieu du ciel vers lequel il fallait diriger le télescope pour l'apercevoir. M. Le Verrier entreprit cette nouvelle tâche. Trois mois lui suffirent pour exécuter le travail immense qu'elle nécessitait, et le 31 août 1846, il en présentait les résultats à l'Académie des sciences. L'illustre astronome donnait dans ce second mémoire des valeurs plus approchées des éléments de la planète ; il fixait sa longitude à 326 degrés 1/2 au lieu de 325, et sa distance actuelle à trente-trois fois la distance de la terre au soleil au lieu de trente-neuf, comme l'exigeait la loi empirique de Bode.

On a peine de comprendre comment une telle masse de calculs si compliquée put être exécutée dans un si court intervalle. Mais M. Le Verrier avait intérêt à terminer son travail avant la prochaine opposition de la planète, qui devait arriver vers le 18 ou le 19 août. C'était la situation la plus favorable pour l'observer, car ensuite elle serait projetée sur des points de l'écliptique de plus en plus rapprochés du soleil, et elle aurait alors disparu, pendant plusieurs mois dans l'éclat de ses rayons ; la recherche aurait dû être renvoyée à l'année suivante. Malgré cette hâte excessive, M. Le Verrier n'omit aucun des détails qui devaient inspirer la confiance aux astronomes, et les exciter à rechercher l'astre nouveau dans la plage du ciel qu'il désignait. Il annonça que la masse de sa planète surpasserait celle d'Uranus, que son diamètre apparent et son éclat seraient seulement un peu moindres, de telle sorte que non-seulement

on pourrait l'apercevoir avec une bonne lunette, mais encore qu'on la distinguerait sans peine des étoiles voisines, grâce à son disque sensible; il ajoutait enfin que pour la découvrir, il fallait la chercher à 5 degrés à l'est de l'étoile δ du Capricorne.

Dès ce moment, et de l'aveu de tous les astronomes, la planète était trouvée. En effet, sa découverte physique ne se fit pas attendre. Le 18 septembre, M. Le Verrier annonçait ses derniers résultats à l'observatoire de Berlin. L'un des astronomes, M. Galle, reçut la lettre le 23. Il mit aussitôt l'œil à la lunette, la dirigea vers le point indiqué, et reconnut à cette place une petite étoile qui se distinguait par son aspect des étoiles environnantes, et qui n'était pas marquée sur la carte de cette région du ciel. Il fixa aussitôt sa position. Le lendemain, cette position se trouvait changée, et le déplacement s'était opéré dans le sens prédit : c'était donc la planète. M. Galle s'empressa d'annoncer ce fait à M. Le Verrier, qui accueillit la nouvelle avec joie sans doute, mais sans surprise; il n'avait rien à apprendre de ce côté, la certitude mathématique lui suffisait pour prévoir ce résultat. Le 5 octobre, M. Le Verrier donna connaissance à l'Académie de l'observation de M. Galle.

Pour juger de la précision avec laquelle M. Le Verrier avait fixé la position de cet astre, il suffit de comparer deux nombres empruntés à ses calculs.

La longitude héliocentrique conclue des observations de M. Galle, le 1er octobre, est	327° 24′
La longitude héliocentrique calculée d'avance par M. Le Verrier, et annoncée le 21 août, est.	326° 32′
Différence.	0° 52′

Ainsi, la position de la planète avait été prévue à *moins d'un degré près.*

En présence d'un tel résultat, et quand on considère les immenses difficultés du problème, on ne peut s'empêcher d'admirer le génie mathématique dont fit preuve M. Le Verrier. Quels étaient, en effet, les éléments du calcul? Quelques oscillations d'une planète observée seulement depuis un demi-siècle, des déplacements à peine sensibles dont l'amplitude ne dépassait guère $\frac{1}{60}$ de degré, ou, pour mieux dire, les seules différences de ces déplacements. Quelles étaient, au contraire, les inconnues à dégager? La place, la grandeur et tous les éléments d'un astre situé bien au delà des limites de notre système planétaire, d'un corps éloigné de plus de douze cents millions de lieues du soleil, et qui tourne autour de lui dans un intervalle de cent soixante-six ans. Or, ces nombres immenses sortent du calcul avec une valeur très rapprochée, et le résultat de l'observation ne démontre pas une erreur de un degré dans la détermination théorique. L'histoire des sciences ne fournit aucune preuve aussi éclatante de la certitude et de la puissance de l'analyse mathématique.

On se rappelle la sensation que produisit dans le public l'annonce de cet événement scientifique. Sans doute, peu de personnes, même parmi les savants, pouvaient apprécier la véritable importance et la nature des difficultés du travail de M. Le Verrier; cependant tout le monde comprenait ce qu'il y avait de merveilleux à avoir constaté *à priori*, et sans autre secours que le calcul, l'existence d'une planète que nul œil humain n'avait encore aperçue. Aussi les témoignages de l'admiration publique ne manquèrent pas à l'auteur de cette découverte brillante. Nous ne rappellerons pas les honneurs de tout genre qui lui furent rendus; contentons-nous de dire que jamais découverte ne fut mieux accueillie ni plus dignement récompensée.

Cependant on s'est demandé à cette époque comment M. Le Verrier n'avait pas essayé de chercher lui-même dans le ciel la

planète dont il avait théoriquement reconnu l'existence, et comment, après avoir fixé, avec une si étonnante précision, sa position absolue, il ne s'était pas empressé de diriger une lunette vers la région qu'il indiquait, afin de vérifier lui-même sa prophétie, et s'assurer de cette manière l'honneur tout entier de sa découverte. L'explication de ce fait est fort simple : M. Le Verrier n'est pas observateur. Les travaux astronomiques embrassent, en effet, deux parties très différentes, le calcul et l'observation : les astronomes suivent d'une manière à peu près exclusive l'une ou l'autre de ces deux carrières, qui exigent chacune des études et des qualités spéciales. Quand on jette les yeux sur les instruments de l'Observatoire de Paris, cet équatorial gigantesque, ces télescopes à vingt pieds de foyer, ces cercles divisés avec une précision merveilleuse, ces lunettes dont les réticules sont formés de fils plus fins que ceux de l'araignée, ces pendules dont la marche rivalise d'uniformité avec le mouvement diurne de la voûte céleste, etc., on comprend aisément que la pratique de l'observation astronomique ne soit pas à la portée de chacun. Il ne suffit pas d'avoir entre les mains le violon de Paganini, il faut encore savoir en jouer; de même il faut apprendre à se servir des instruments astronomiques. Il est donc tout simple que M. Le Verrier, doué de ce rare trésor du génie mathématique, se soit contenté de cet heureux privilége et ait abandonné à d'autres le champ de l'observation céleste.

On a exprimé avec plus de raison le regret que l'Observatoire de Paris n'ait pu ravir aux astronomes allemands l'honneur d'avoir constaté l'existence de la planète nouvelle. Nos astronomes ont répondu, pour repousser ce reproche, que si M. Galle a si promptement réussi dans sa recherche, c'est parce qu'il avait sous les yeux une carte très précise de la région du ciel que parcourait la planète. Cette carte, qui fait partie de la grande publication entreprise sous les auspices de l'Académie

de Berlin, par le fait d'un hasard heureux, sortait le jour même de la presse, et ne se trouvait encore dans aucun autre observatoire. Sans doute l'exploration de cette partie du ciel était plus difficile pour les observateurs encore dépourvus de cette carte; cependant il est permis d'affirmer que l'on aurait pu arriver sans son secours à trouver la planète, si, *dès le 1er juin*, on s'était mis à sa recherche avec cette confiance et cette ardeur qui ont soutenu M. Le Verrier dans ses efforts, et qui résultaient chez lui du sentiment profond de la certitude des méthodes mathématiques.

CHAPITRE II.

Réclamation de M. Adams concernant la découverte de la planète Le Verrier. — Objections de M. Babinet. — Critiques dirigées contre les résultats obtenus par M. Le Verrier. — Influence de la découverte de *Neptune* sur l'avenir des travaux astronomiques.

On n'était pas encore revenu de l'admiration et de la surprise qu'avait excitées en France la découverte de M. Le Verrier, lorsqu'un incident inattendu vint ajouter à la question un intérêt nouveau. Dix jours à peine après l'observation de M. Galle, les journaux anglais annoncèrent qu'un astronome de Cambridge avait fait la même découverte que M. Le Verrier. Un jeune mathématicien, M. Adams, agrégé du collége de Saint-Jean, à Cambridge, avait exécuté, disait-on, un travail analogue à celui de notre compatriote, et il était arrivé à des résultats presque identiques. Les calculs de M. Adams n'avaient pas été publiés, mais on affirmait qu'ils étaient connus de plusieurs savants.

Exprimé même en ces termes, ce fait ne pouvait porter aucune atteinte aux droits publiquement établis de M. Le Verrier; cependant il souleva une vive controverse et amena des débats très irritants. La publication des calculs de l'astronome anglais a mis un terme à ces discussions regrettables, et permis de rétablir la vérité. Le travail de M. Adams a été produit dans la séance du 13 novembre 1846, devant la Société astronomique de Londres, qui en a ordonné l'impression et la distribution au monde savant.

Il résulte de l'*Exposé* publié par M. Adams et des lettres qui l'accompagnent, que, dès l'année 1844, cet astronome, alors élève à l'université de Cambridge, s'occupait de la théorie d'Uranus, et cherchait à rectifier les mouvements de cette planète par l'hypothèse d'un astre perturbateur. Ce n'était pas d'ailleurs la première fois que cette pensée se présentait à l'esprit des astronomes. On voit dans l'introduction des tables de Bouvard que ce géomètre, désespérant de représenter le mouvement d'Uranus par une formule rigoureuse, s'arrête vaguement à l'idée d'une planète perturbatrice. D'après le témoignage de sir John Herschel, le célèbre astronome allemand Bessel aurait exprimé cette opinion d'une manière beaucoup plus formelle. En examinant attentivement les observations d'Uranus, Bessel avait reconnu que ses écarts excédaient de beaucoup les erreurs possibles de l'observation, et il attribuait ces différences à l'action d'une planète inconnue, les erreurs étant systématiques et telles qu'elles pourraient être produites par une planète extérieure. Cependant cet astronome ne soumit jamais cette vue au contrôle du calcul. M. Adams prit le problème plus au sérieux, puisqu'il en fit le sujet d'un travail particulier.

Comme M. Le Verrier, l'astronome anglais avait eu recours à la loi de Bode pour obtenir d'abord une distance approximative du nouvel astre. Vers la fin de 1845, il connaissait à peu près

la position de la planète qu'il supposait d'une masse triple de celle d'Uranus. Au mois de septembre 1845, il fit part de ses résultats au directeur de l'observatoire de Cambridge, M. Challis, qui l'engagea à se rendre à Greenwich pour les communiquer à l'astronome royal, M. Airy. M. Adams se rendit en effet à Greenwich, mais l'astronome royal était alors à Paris. Dans les premiers jours d'octobre 1845, M. Adams se présenta de nouveau à Greenwich, mais M. Airy était encore absent, et il dut se borner à lui laisser une note dans laquelle il fixait les divers éléments de sa planète hypothétique. Il annonçait, dans cette note, que la longitude moyenne de sa planète serait de 323° 2′, le 1er octobre 1846. Il avait calculé que sa masse serait triple de celle d'Uranus; que, par conséquent, l'astre nouveau jouirait du même éclat qu'une étoile de 9e grandeur, ce qui permettrait de la voir facilement : il espérait que, sur ces indications, l'astronome royal voudrait bien faire entreprendre sa recherche. Mais M. Airy ne semble pas avoir pris au sérieux le travail de M. Adams, car il ne fit pas exécuter cette recherche; il avait fait à l'auteur une objection qui était demeurée sans réponse, et sa conviction ne se forma qu'après la lecture du mémoire bien autrement décisif de M. Le Verrier. Quant à M. Adams, il n'ajoutait pas sans doute une grande foi à ses propres calculs, car il se refusa à les publier et ne les adressa à aucune Société savante; il ne chercha pas même à prendre date pour son travail, bien qu'il fût informé par la publication du premier mémoire de M. Le Verrier, qu'un autre mathématicien s'occupait du même sujet. Il attendit, pour parler de ses calculs, que M. Galle eût constaté par l'observation directe l'existence de la planète. Disons d'ailleurs que M. Adams, plus équitable en cela et plus sincère que ses amis, n'a pas hésité à reconnaître lui-même le peu de fondement de ces réclamations, et à restituer à M. Le Verrier les droits qui lui reviennent. Il s'exprime ainsi dans le préambule de son *Exposé*. « Je ne men-

tionne ces recherches que pour montrer que mes résultats ont été obtenus indépendamment et avant la publication de ceux auxquels M. Le Verrier est parvenu. Je n'ai nulle intention d'intervenir dans ses justes droits aux honneurs de la découverte, car il n'est pas douteux que ses recherches n'aient été communiquées les premières au monde savant, et que ce sont elles qui ont amené la découverte de la planète par M. Galle. Les faits que j'ai établis ne peuvent donc porter la moindre atteinte aux mérites qu'on lui attribue (1). »

Si maintenant, et indépendamment de la question de priorité qui ne saurait être douteuse en faveur du savant français, on compare le travail mathématique des deux astronomes, il est facile de reconnaître que celui de M. Adams n'était qu'un premier aperçu, un simple essai auquel les deux astronomes anglais qui en eurent communication, et probablement aussi l'auteur lui-même, n'accordaient que peu de confiance (2). M. Adams n'a donné qu'une analyse de ses recherches, mais il en a dit assez pour que les mathématiciens aient pu constater que la méthode qu'il a suivie n'était qu'une sorte de tâtonnement empirique, un essai de nombres plutôt qu'un calcul mé-

(1) *Transactions de la Société royale d'astronomie de Londres.*

(2) Une lettre citée par Arago dans le cahier du 19 octobre 1846 des *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, montre que le directeur de l'observatoire de Greenwich n'ajoutait aucune confiance aux résultats annoncés par M. Adams. Depuis l'année 1845, M. Airy avait entre les mains le travail de M. Adams qui contenait les éléments de sa planète hypothétique ; cependant il accordait si peu de crédit à ces données, qu'au mois de juin 1846, c'est-à-dire après la publication du premier mémoire de M. Le Verrier, il ne croyait pas encore à l'existence d'une planète étrangère qui troublât les mouvements d'Uranus. Voici en effet ce qu'il écrivait le 26 juin à M. Le Verrier, en lui présentant des objections contre les conclusions de son mémoire :

« Il paraît, d'après l'ensemble des dernières observations d'Uranus faites à Greenwich (lesquelles sont complétement réduites dans nos recueils annuels, de manière à rendre manifestes les erreurs des tables,

thodique et rigoureux. Au contraire, ce qui constitue la haute valeur et la beauté originale du travail de notre compatriote, c'est qu'il a été une conséquence directe des perfectionnements qu'il avait apportés lui-même aux calculs de la mécanique céleste, et une application de ses recherches antérieures sur les procédés de l'analyse mathématique. Avant d'attaquer le problème de la détermination de l'astre nouveau, M. Le Verrier avait complétement remanié la théorie d'Uranus, en introduisant dans cette théorie des termes importants dont on ne s'était pas avisé avant lui. Ce n'est donc pas seulement parce qu'il l'a le premier publiquement annoncée, que cette découverte lui appartient; elle lui revient encore parce que seul il l'avait rendue possible par ses travaux antérieurs.

Dans les premiers temps de la découverte, Arago proposa de donner à l'astre nouveau le nom de *planète Le Verrier;* il pensait qu'il était bon d'inscrire ce nom dans le ciel pour rappeler le génie du géomètre qui avait si admirablement étendu les bornes de nos moyens d'exploration. Cependant le nom de *Neptune* a prévalu, et il est aujourd'hui définitivement adopté, pour ne pas rompre l'uniformité des dénominations astronomiques.

Nous n'avons pas besoin de dire que tous les astronomes, et

soit qu'elles affectent les longitudes héliocentriques ou les rayons vecteurs); il paraît, dis-je, que les rayons vecteurs donnés par les tables d'Uranus sont considérablement trop petits. Je désire savoir de vous si ce fait est une conséquence des perturbations produites par une planète extérieure, placée dans la position que vous lui avez assignée.

» *J'imagine qu'il n'en sera pas ainsi*, car le principal terme de l'inégalité sera probablement analogue à celui qui représente la *variation* de la lune, c'est-à-dire dépendra de sin (V—V')..... »

Ainsi l'un des astronomes les plus habiles de l'Europe, quoique en possession du travail de M. Adams, ne croyait pas qu'une planète extérieure pût expliquer les anomalies d'Uranus. « En faut-il davantage, dit Arago, pour établir que le travail en question ne pouvait être qu'un premier aperçu, qu'un essai informe auquel l'auteur lui-même, pressé par la difficulté de M. Airy, n'accordait aucune confiance?

notamment ceux qui possédaient de puissantes lunettes, s'empressèrent d'observer Neptune et d'étudier sa marche. Aussi on ne tarda pas à annoncer que cette planète est accompagnée d'un satellite ; il avait été découvert par M. Lassell, riche fabricant de Liverpool, qui consacre ses loisirs et sa fortune à des observations astronomiques. C'est avec un télescope dont le miroir a deux pieds d'ouverture et vingt pieds de longueur focale, et qu'il a construit de ses mains, que M. Lassell a observé ce nouveau corps qui circule autour de la planète dans un intervalle d'environ six jours.

D'après les données les plus récentes de l'observation, le diamètre de Neptune est de dix-sept mille trois cents lieues. Son volume est donc environ deux cents fois celui de la terre, et il peut être vu avec un télescope d'une force très médiocre. Sa vitesse moyenne, de quatre mille huit cent lieues par heure, est six fois moindre que celle de la terre. Il décrit autour du soleil une ellipse presque circulaire avec une vitesse linéaire d'une lieue et un tiers par seconde ; la durée de sa révolution est d'environ cent soixante-six ans, et sa distance moyenne au soleil est trente fois plus grande que celle de la terre, c'est-à-dire de douze cents millions de lieues. Enfin, il est, dit-on, pourvu, comme Saturne, d'un anneau ; mais l'existence de cet anneau est problématique, il se pourrait que ce ne fût là qu'une pure illusion d'optique dont les meilleurs télescopes ne sont pas toujours exempts.

Ici se terminerait l'histoire de la découverte mémorable qui vient de nous occuper, si, vers la fin de l'année 1848, un académicien n'était venu soulever, au sein de l'Institut, une discussion nullement sérieuse au fond, mais qui, mal comprise ou défigurée, jeta inopinément dans le public, sur la découverte de l'astronome français, certains doutes qu'expliquent aisément l'ignorance générale en pareille matière ou la mal-

veillance de quelques détracteurs. Voici quelle fut l'origine de cette controverse.

Dès que la planète Neptune fut signalée aux astronomes, on s'occupa de l'observer et de fixer ses éléments par l'observation directe. On ne surprendra personne en disant que l'orbite de la planète nouvelle ayant été calculée d'après l'observation, ses éléments présentèrent quelques désaccords avec ceux que M. Le Verrier avait déduits *à priori* du calcul avant que l'astre fût aperçu. Ce désaccord était d'ailleurs assez faible et infiniment au-dessous de la limite des erreurs auxquelles on pouvait s'attendre. Cependant M. Babinet crut pouvoir se fonder sur ces différences pour admettre que la planète nouvelle ne suffisait pas pour rendre compte des anomalies d'Uranus. Il rechercha dès lors si l'on ne pourrait pas les expliquer, non plus par la seule influence de Neptune, mais par l'action de cette planète réunie à celle d'une seconde planète hypothétique encore plus éloignée, et que, par une prévision qu'il est permis de trouver anticipée, il désigna sous le nom d'*Hypérion*. Il n'y avait rien dans cette idée qui pût éveiller de grands débats ; c'était une simple vue de l'esprit qu'à tout prendre on pouvait discuter, bien que, pour le dire en passant, la plupart de nos géomètres s'accordent à repousser comme théoriquement inadmissible l'hypothèse de M. Babinet, car l'action de deux planètes ne saurait être remplacée par celle d'une troisième située à leur *centre de gravité*, comme il le dit en termes formels. Le travail de M. Babinet serait donc passé sans exciter d'émotion particulière, si les termes qu'il employa dans son mémoire n'étaient venus malencontreusement donner le change à l'esprit du public. Voici, en effet, comment débute le mémoire de M. Babinet : « L'identité de la planète Neptune avec la planète théorique, qui rend compte si admirablement des perturbations d'Uranus, d'après les travaux de MM. Le Verrier et Adams, mais surtout d'après ceux de l'astronome français, *n'étant plus*

admise par personne depuis les énormes différences constatées entre l'astre réel et l'astre théorique, quant à la masse, à la durée de la révolution, à la distance au soleil, à l'excentricité et même à la longitude, on est conduit à chercher si les perturbations d'Uranus se prêteraient à l'indication d'un second corps planétaire voisin de Neptune... » Si M. Babinet se fût borné à constater les désaccords qui existent entre la masse, la distance et l'orbite de Neptune, fournis par l'observation directe, et ces mêmes éléments déduits du calcul par M. Le Verrier, il n'aurait fait que rappeler des circonstances que personne ne songeait à contester. Mais l'ambiguïté de sa rédaction donna lieu aux interprétations les plus fâcheuses, et sur la foi de sa grave autorité, des critiques sans fin contre la découverte de M. Le Verrier firent tout d'un coup irruption. Nous ne nous arrêterons pas à la niaiserie de certains journaux qui ont tout bonnement prétendu que la planète de M. Le Verrier n'existe pas. Mais il importe d'examiner en quelques mots les critiques plus sérieuses et mieux fondées en apparence, qui ont été dirigées, à cette occasion, contre le travail de notre célèbre astronome.

On ne peut nier qu'il n'existe une différence entre la position vraie de Neptune et celle que le calcul lui avait assignée. Mais pouvait-il en être autrement? M. Le Verrier a découvert sa planète par un moyen détourné et sans l'avoir vue; il était donc impossible qu'il fixât sa place avec la précision de l'observation directe; tout ce qu'il a prétendu faire et tout ce qu'on pouvait espérer, c'était de déterminer sa situation dans le ciel avec assez d'exactitude pour qu'on pût la chercher et la découvrir. Demander en pareille matière une précision absolue, c'est évidemment exiger l'impossible: « Dirigez l'instrument vers tel point du ciel, a dit M. Le Verrier, la planète sera dans le champ du télescope. » Elle s'y est trouvée; que demander de plus ?

Mais, ajoute-t-on, M. Le Verrier s'est trompé sur la distance de Neptune, puisque, au lieu d'être actuellement, comme il l'a

dit, de trente-trois fois la distance de la terre au soleil, elle n'est que de trente fois cette distance. Accordons qu'il en soit ainsi ; est-ce là une erreur bien notable? Sans doute, si, dans le but de frapper l'imagination, on exprime cette différence en lieues ou en kilomètres, on arrivera à un nombre effrayant ; mais cette manière d'argumenter manque évidemment de bonne foi. Comme l'étendue de notre système solaire est immense relativement à notre globe, et relativement à la petitesse des unités adoptées pour nos mesures linéaires, la moindre erreur dans leur évaluation se traduit par des nombres énormes, de telle sorte que le reproche qu'on fait pour Neptune pourrait s'appliquer à tous les travaux astronomiques qui ont eu pour objet la détermination de la distance des astres. Considérons, par exemple, la distance de la terre au soleil, dont la détermination a coûté de si longues recherches. La mesure de cet élément fondamental a présenté, entre les mains des plus grands astronomes, des discordances supérieures à celle qu'on reproche à M. Le Verrier. En 1750, on s'accordait à admettre, pour cette distance, trente-deux millions de lieues. Vingt ans après, on la portait à plus de trente-huit millions de lieues ; la différence de ces deux résultats dépasse six millions de lieues, ou la cinquième partie du premier, tandis que l'erreur reprochée à M. Le Verrier ne serait que d'un dixième, c'est-à-dire deux fois moindre. Et cependant, d'une part, il s'agissait du soleil, l'astre le plus important de notre monde, l'objet des observations quotidiennes des astronomes depuis deux mille ans ; d'autre part, c'était un astre jusqu'alors inaperçu, et qui ne devait se dévoiler aux yeux de l'esprit que par les faibles écarts qu'il produit chez une planète connue seulement depuis un demi-siècle.

On accuse encore M. Le Verrier d'avoir attribué à sa planète une masse plus considérable que celle qu'elle a réellement. A cela il suffit de répondre que les astronomes ne s'accordent

pas même sur la grandeur des masses de plusieurs planètes anciennement connues, et notamment sur celle d'Uranus même. On conçoit, d'ailleurs, que si M. Le Verrier a placé Neptune un peu trop loin, il a dû, par compensation, le faire un peu trop gros. Ainsi l'incertitude sur la masse de la planète résultait nécessairement de celle de sa distance. C'est ce dont conviennent tous les astronomes. Si John Herschel, dans une lettre à M. Le Verrier, relative à cette discussion, n'a pas hésité à reconnaître que l'incertitude des données de la question entraînait forcément celle des éléments de l'orbite de Neptune. Ces éléments n'étaient, du reste, qu'une partie accessoire du problème: « L'objet direct de vos efforts, ajoute M. Herschel, était de dire où était placé le corps troublant à l'époque de la recherche, et où il s'était trouvé pendant les quarante ou cinquante années précédentes. Or c'est ce que vous avez fait connaître avec une parfaite exactitude. »

Après un tel témoignage, auquel on pourrait joindre celui de bien d'autres astronomes étrangers, et celui de nos illustres compatriotes MM. Biot, Cauchy, Faye, etc., on voit quel cas il faut faire des singulières assertions dont la découverte de M. Le Verrier a été l'objet. Grâce aux commentaires des petits journaux, une bonne partie du public s'imagine encore aujourd'hui que la planète de M. Le Verrier a disparu du champ des télescopes, tandis qu'au contraire, depuis le jour de sa découverte, elle a si bien suivi la route que l'astronome français lui avait assignée, que chacun peut maintenant, à l'aide de ses indications, l'observer dans le ciel, s'il est muni d'une lunette fort ordinaire. En résumé, le *Neptune* trouvé par M. Galle, comme la planète calculée par M. Le Verrier, rendent parfaitement compte des perturbations d'Uranus, et leur identité ne saurait être contestée par aucun savant de bonne foi.

Telle est, réduite à ses termes les plus simples, l'histoire de

cette découverte extraordinaire qui occupera une si grande place dans les annales de la science contemporaine. Ce qui a frappé surtout et ce qui devait frapper en elle, c'est la confirmation merveilleuse qu'elle a fournie de la certitude des méthodes mathématiques qui servent à calculer les mouvements des corps célestes. Elle nous a appris comment l'intelligence, aidée de ce précieux instrument qu'on appelle le calcul, peut en quelque sorte suppléer à nos sens, et nous dévoiler des faits qui semblaient jusque-là inaccessibles à l'esprit.

Mais ce qui a été moins remarqué, c'est la confirmation éclatante que cette découverte a apportée à la loi de l'attraction universelle. Les anomalies d'Uranus avaient fait craindre à quelques astronomes qu'à la distance énorme de cette planète, la loi de l'attraction ne perdît une partie de sa rigueur ; la découverte de Neptune est venue nous rassurer sur l'exactitude de la loi générale qui règle les mouvements célestes. Cependant, dans son bel exposé du travail mathématique de M. Le Verrier, imprimé en 1846 dans le *Journal des savants*, M. Biot assure que cette confirmation était loin d'être nécessaire, et que la loi de Newton n'était nullement mise en péril par les irrégularités d'Uranus. Il cite à ce propos une série de faits astronomiques, tous fondés sur la loi de l'attraction, et dont la précision et la concordance suffisaient, selon lui, pour établir la certitude absolue de cette loi. Les preuves invoquées par M. Biot sont sans réplique ; que l'on nous permette cependant de faire remarquer que tous les exemples invoqués par l'illustre astronome se passent tous, si l'on en excepte le fait emprunté à la réapparition des comètes, dans un rayon d'une étendue *relativement* médiocre. Au contraire, la planète Neptune est placée aux confins du monde solaire. Or la considération de la distance n'est pas ici un élément à dédaigner. Il n'est pas rare, en effet, de voir certaines lois physiques commencer à perdre une partie de leur rigueur quand on les

prend dans des conditions extrêmes. C'est ainsi que les belles recherches de M. Regnault ont démontré que les lois de la compression et de la dilatation des gaz se modifient quand on les considère au moment où les gaz se rapprochent de leur point de liquéfaction. N'était-il pas à craindre, d'après cela, que la loi elle-même de l'attraction ne pût subir une altération de ce genre, qui ne deviendrait sensible qu'à partir de certaines limites ? Dans un moment où, d'après les résultats des recherches les plus récentes de nos physiciens, on remarque une tendance marquée à tenir en suspicion plusieurs grandes lois dont le crédit était resté longtemps inébranlable, cette confirmation du principe de l'attraction universelle a paru à beaucoup d'esprits sérieux un témoignage utile à enregistrer. La plupart des astronomes n'ont pas hésité à porter ce jugement, et M. Encke a proclamé la découverte de M. Le Verrier *la plus brillante preuve qu'on puisse imaginer de l'attraction universelle.*

Une autre conséquence découle de la découverte de M. Le Verrier, conséquence plus lointaine, et qui a dû frapper moins vivement les esprits, bien qu'elle mérite de fixer toute l'attention des savants. M. Le Verrier termine son travail par la réflexion suivante : « Ce succès doit nous laisser espérer qu'après trente ou quarante années d'observations de la nouvelle planète, on pourra l'employer à son tour à la découverte de celle qui la suit dans l'ordre des distances au soleil. » Ainsi la planète qui nous a révélé son existence par les irrégularités du mouvement d'Uranus n'est probablement pas la dernière de notre système solaire. Celle qui la suivra se décèlera de même par les perturbations qu'elle imprimera à Neptune, et à son tour celle-ci en décèlera d'autres plus éloignées encore, par les perturbations qu'elle en éprouvera. Placés à des distances énormes, ces astres finiront par n'être plus appréciables à nos instruments ; mais alors même qu'ils échapperont à notre vue, leur force attractive pourra se faire sentir encore. Or la marche suivie

par M. Le Verrier nous donne les moyens de découvrir ces astres nouveaux sans qu'il soit nécessaire de les apercevoir. Il pourra donc venir un temps où les astronomes, se fondant sur certains dérangements observés dans la marche des planètes visibles, en découvriront d'autres qui ne le seront pas, et en suivront la marche dans les cieux. Ainsi sera créée cette nouvelle science qu'il faudra nommer l'*astronomie des invisibles;* et alors les savants, justement orgueilleux de cette merveilleuse extension de leur domaine, prononceront avec respect et avec reconnaissance le nom du géomètre qui assura à l'astronomie une destinée si brillante.

NOTES.

NOTES.

NOTE 1.

NOTICE SUR L'HÉLIOGRAPHIE, PAR J. NIEPCE.

La découverte que j'ai faite, et que je désigne sous le nom d'*héliographie*, consiste à reproduire *spontanément*, par l'action de la lumière avec les dégradations de teintes de noir au blanc, les images reçues dans la chambre obscure.

Matière première. — Préparation.

La lumière, dans son état de composition et de décomposition, agit chimiquement sur les corps. Elle est absorbée, elle se combine avec eux, et leur communique de nouvelles propriétés. Ainsi, elle augmente la consistance naturelle de quelques-uns de ces corps ; elle les solidifie même, et les rend plus ou moins insolubles, suivant la durée ou l'intensité de son action. Tel est, en peu de mots, le principe de la découverte.

Principe fondamental de cette découverte.

La substance ou matière première que j'emploie, celle qui m'a le mieux réussi, et qui concourt plus immédiatement à la production de l'effet, est l'*asphalte* ou *bitume de Judée*, préparé de la manière suivante :

Je remplis à moitié un verre de ce bitume pulvérisé. Je verse dessus, goutte à goutte, de l'huile essentielle de lavande jusqu'à ce que le bitume n'en absorbe plus et qu'il en soit seulement

bien pénétré. J'ajoute ensuite assez de cette huile essentielle pour qu'elle surnage de trois lignes environ au-dessus du mélange qu'il faut couvrir et abandonner à une douce chaleur, jusqu'à ce que l'essence ajoutée soit saturée de la matière colorante du bitume. Si ce vernis n'a pas le degré de consistance nécessaire, on le laisse évaporer à l'air libre, dans une capsule, en le garantissant de l'humidité qui l'altère et finit par le décomposer. Cet inconvénient est surtout à craindre, dans cette saison froide et humide, pour les expériences faites dans la chambre noire.

Une petite quantité de ce vernis appliqué à froid avec un tampon de peau très douce sur une planche d'argent plaqué bien polie lui donne une belle couleur de vermeil, et s'y étend en couche mince et très égale. On place ensuite la planche sur un fer chaud, recouvert de quelques doubles de papier dont on enlève ainsi, préalablement, toute l'humidité; et lorsque le vernis ne poisse plus, on retire la planche pour la laisser refroidir et finir de sécher à une température douce, à l'abri du contact d'un air humide. Je ne dois pas oublier de faire observer à ce sujet que c'est principalement en appliquant ce vernis que cette précaution est indispensable. Dans ce cas, un disque léger, au centre duquel est fixée une courte tige que l'on tient à la bouche, suffit pour arrêter et condenser l'humidité de la respiration.

La planche, ainsi préparée, peut être immédiatement soumise aux impressions du fluide lumineux; mais, même après y avoir été exposée assez de temps pour que l'effet ait lieu, rien n'indique qu'il existe réellement, car l'empreinte reste inaperçue. Il s'agit donc de la dégager, et l'on n'y parvient qu'à l'aide d'un dissolvant.

Du dissolvant. — Manière de le préparer.

Comme ce dissolvant doit être approprié au résultat que l'on veut obtenir, il est difficile de fixer avec exactitude les proportions de sa composition; mais, toutes choses égales d'ailleurs, il vaut mieux qu'il soit trop faible que trop fort. Celui que j'emploie de préférence est composé d'une partie, non pas en poids, mais en volume, d'huile essentielle de lavande, sur dix parties, même mesure, d'*huile de pétrole blanche*. Le mélange, qui devient d'abord laiteux, s'éclaircit parfaitement au bout de deux ou trois jours. Ce composé peut servir plusieurs fois de suite. Il ne perd sa pro-

priété dissolvante que lorsqu'il approche du terme de saturation, ce qu'on reconnaît parce qu'il devient opaque et d'une couleur très foncée ; mais on peut le distiller et le rendre aussi bon qu'auparavant.

La plaque ou planche vernie étant retirée de la chambre obscure, on verse dans un vase de fer-blanc d'un pouce de profondeur, plus long et plus large que la plaque, une quantité de dissolvant assez considérable pour que la plaque en soit totalement recouverte. On la plonge dans le liquide, et en la regardant sous un certain angle, dans un faux jour, on voit l'empreinte apparaître et se recouvrir peu à peu, quoique encore voilée par l'huile qui surnage plus ou moins saturée de vernis. On enlève alors la plaque, et on la pose verticalement pour laisser égoutter le dissolvant. Quand il ne s'en échappe plus, on procède à la dernière opération, qui n'est pas la moins importante.

Du lavage. — Manière d'y procéder.

Il suffit d'avoir pour cela un appareil fort simple, composé d'une planche de quatre pieds de long, et plus large que la plaque. Cette planche est garnie sur champ, dans sa longueur, de deux linteaux bien joints, faisant une saillie de deux pouces. Elle est fixée à un support par son extrémité supérieure, à l'aide de charnières qui permettent de l'incliner à volonté pour donner à l'eau que l'on verse le degré de vitesse nécessaire. L'extrémité inférieure de la planche aboutit dans un vase destiné à recevoir le liquide qui s'écoule.

On place la plaque sur cette planche inclinée ; on l'empêche de glisser en l'appuyant contre deux petits crampons qui ne doivent pas dépasser l'épaisseur de la plaque. Il faut avoir soin, dans cette saison-ci, de se servir d'eau tiède. On ne la verse pas sur la plaque, mais au-dessus, afin qu'en y arrivant elle fasse nappe et enlève les dernières portions d'huile adhérant au vernis.

C'est alors que l'empreinte se trouve complétement dégagée, et partout d'une grande netteté, si l'opération a été bien faite, et surtout si l'on a pu disposer d'une chambre noire *perfectionnée*.

Application des procédés héliographiques.

Le vernis employé pouvant s'appliquer indifféremment sur pierre, sur métal et sur verre, sans rien changer à la manipulation, je ne m'arrêterai qu'au mode d'application sur argent et sur verre, en faisant toutefois remarquer, quant à la gravure sur cuivre, que l'on peut sans inconvénient ajouter à la composition du vernis une petite quantité de cire dissoute dans l'huile essentielle de lavande.

Jusqu'ici l'argent plaqué me paraît être ce qu'il y a de mieux pour la reproduction des images, à cause de sa blancheur et de son éclat. Une chose certaine, c'est qu'après le lavage, pourvu que l'empreinte soit bien sèche, le résultat obtenu est déjà satisfaisant. Il serait pourtant à désirer que l'on pût, en noircissant la planche, se procurer toutes les dégradations de teintes du noir au blanc. Je me suis donc occupé de cet objet en me servant d'abord du *sulfure de potasse liquide*, mais il attaque le vernis quand il est concentré, et si on l'allonge d'eau, il ne fait que rougir le métal. Ce double inconvénient m'a forcé d'y renoncer. La substance que j'emploie maintenant, avec plus d'espoir de succès, est l'*iode*, qui a la propriété de se vaporiser à la température de l'air. Pour noircir la planche par ce procédé, il ne s'agit que de la dresser contre une des parois intérieures d'une boîte ouverte dans le dessus, et de placer quelques grains d'iode dans une petite rainure pratiquée le long du côté opposé, dans le fond de la boîte. On la couvre ensuite d'un verre pour juger de l'effet qui s'opère moins vite, mais bien plus sûrement. On peut alors enlever le vernis avec l'alcool, et il ne reste plus aucune trace de l'empreinte primitive. Comme ce procédé est encore tout nouveau pour moi, je me bornerai à cette simple modification, en attendant que l'expérience m'ait mis à portée de recueillir là-dessus des détails plus circonstanciés.

Deux essais de point de vue sur verre, pris dans la chambre obscure, m'ont offert des résultats qui, bien que défectueux, me semblent devoir être rapportés, parce que ce genre d'application peut se perfectionner plus aisément et devenir par la suite d'un intérêt tout particulier.

Dans l'un de ces essais, la lumière, ayant agi avec moins

d'intensité, a découvert le vernis de manière à rendre les dégradations de teintes beaucoup mieux senties; de sorte que l'empreinte, vue par *transmission*, reproduit jusqu'à un certain point les effets connus du *Diorama.*

Dans l'autre essai, au contraire, où l'action du fluide lumineux a été plus intense, les parties les plus éclairées, n'ayant pas été attaquées par le dissolvant, sont restées transparentes, et la différence des teintes résulte uniquement de l'épaisseur relative des couches plus ou moins opaques du vernis. Si l'empreinte est vue par *réflexion*, dans un miroir, du côté verni et sous un angle déterminé, elle produit beaucoup d'effet, tandis que vue par *transmission*, elle ne présente qu'une image confuse et incolore, et ce qu'il y a d'étonnant, c'est qu'elle paraît affecter les couleurs locales de certains objets. En méditant sur ce fait remarquable, j'ai cru pouvoir en tirer des inductions qui permettraient de le rattacher à la théorie de Newton sur le phénomène des anneaux colorés. Il suffirait, pour cela, de supposer que tel rayon prismatique, le rayon vert, par exemple, en agissant sur la substance du vernis et en se combinant avec elle, lui donne le degré de solubilité nécessaire pour que la couche qui en résulte après la double opération du dissolvant et du lavage réfléchisse la couleur verte. Au reste, c'est à l'observation seule à constater ce qu'il y a de vrai dans cette hypothèse, et la chose me semble assez intéressante par elle-même pour provoquer de nouvelles recherches et donner lieu à un examen plus approfondi.

Observations.

Quoiqu'il n'y ait sans doute rien de bien difficile dans l'emploi des moyens d'exécution que je viens de rapporter, il pourrait se faire toutefois qu'on ne réussît pas complétement de prime abord. Je pense donc qu'il serait à propos d'opérer en petit, en copiant des gravures à la lumière diffuse, d'après la préparation fort simple que voici:

On vernit la gravure seulement du côté *verso*, de manière à la rendre bien transparente. Quand elle est parfaitement sèche, on l'applique du côté *recto*, sur la planche vernie, à l'aide d'un verre dont on diminue la pression en inclinant la planche sous un angle de 45 degrés. On peut de la sorte, avec deux gravures ainsi préparées et quatre petites plaques de doublé d'argent, faire plusieurs

expériences dans la même journée, même par un temps sombre, pourvu que le local soit à l'abri du froid, et surtout de l'humidité, qui, je le répète, détériore le vernis à un tel point, qu'il se détache par couche de la planche quand on le plonge dans le dissolvant. C'est ce qui m'empêche de me servir de la chambre noire durant la mauvaise saison. En multipliant les expériences dont je viens de parler, on sera bientôt parfaitement au fait de tous les procédés de la manipulation.

Relativement à la manière d'employer le vernis, je dois rappeler qu'il ne faut l'employer qu'en consistance assez épaisse pour former une couche compacte et aussi mince qu'il est possible, parce qu'il résiste mieux à l'action du dissolvant, et devient d'autant plus sensible aux impressions de la lumière.

A l'égard de l'iode pour noircir les épreuves sur argent plaqué, comme à l'égard de l'acide pour graver sur cuivre, il est essentiel que le vernis, après le lavage, soit tel qu'il est désigné dans le deuxième essai sur verre, rapporté ci-dessus; car alors il est bien moins perméable, soit à l'acide, soit aux émanations de l'iode, principalement dans les parties où il a conservé toute sa transparence : ce n'est qu'à cette condition que l'on peut, même avec l'aide du meilleur appareil d'optique, se flatter de parvenir à une complète réussite.

Additions.

Quand on ôte la planche vernie pour la faire sécher, il ne faut pas seulement la garantir de l'humidité, mais avoir soin de la mettre à l'abri du contact de la lumière.

En parlant des expériences faites à la lumière diffuse, je n'ai rien dit de ce genre d'expérience sur verre. Je vais y suppléer pour ne pas omettre une amélioration qui lui est particulière. Elle consiste simplement à placer sous la plaque de verre un papier noir, et à interposer un cadre de carton entre la plaque, du côté verni, et la gravure, qui doit avoir été préalablement collée au cadre de manière à être bien tendue. Il résulte de cette disposition que l'image paraît beaucoup plus vive que sur fond blanc, ce qui ne peut que contribuer à la promptitude de l'effet, et en second lieu que le vernis n'est pas exposé à être endommagé par suite du contact immédiat de la gravure comme dans l'autre procédé, in-

convénient qu'il n'est pas aisé d'éviter par un temps chaud, le vernis fût-il même très sec.

Mais cet inconvénient se trouve bien compensé par l'avantage qu'ont les épreuves sur argent plaqué de résister à l'action du lavage, tandis qu'il est rare que cette opération ne détériore pas, plus ou moins, les épreuves sur verre, substance qui offre moins d'adhérence au vernis, à raison de sa nature et de son poli plus parfait. Il s'agissait donc, pour remédier à cette défectuosité, de donner plus de mordant au vernis, et je crois y être parvenu, autant du moins qu'il m'est permis d'en juger d'après des expériences trop récentes et trop peu nombreuses. Ce vernis consiste dans une *solution de bitume de Judée dans l'huile animale de Dippel*, qu'on laisse évaporer à la température atmosphérique, au degré de consistance requise. Il est plus onctueux, plus tenace et plus coloré que l'autre, et l'on peut, après qu'il a été appliqué, le soumettre tout de suite aux impressions du fluide lumineux qui paraît le solidifier plus promptement, parce que la grande volatilité de l'huile animale fait qu'il sèche beaucoup plus vite.

NOTE II.

LETTRE SUR LES TRAVAUX DE JOSEPH NIEPCE, ADRESSÉE LE 27 FÉVRIER 1839 AU RÉDACTEUR DE LA GAZETTE DE LITTÉRATURE DE LONDRES, PAR M. F. BAUER, MEMBRE DE LA SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES.

« Monsieur, je vois avec une grande satisfaction, dans l'un des derniers numéros de votre précieuse publication (la *Gazette littéraire*), la grande attention que vous donnez à ce que vous appelez la nouvelle découverte dans les beaux-arts ; et j'espère que le peu de faits relatifs à cet intéressant sujet que je vous communique par cette lettre, attireront encore plus votre attention.

» Dans le mois de septembre 1827, un Français, M. Joseph-Nicéphore Niepce, de Châlon-sur-Saône, arriva à Kiew, pour rendre visite à son frère, qui avait été longtemps en Angleterre, et



y était dangereusement malade. Je fis bientôt connaissance avec M. Niepce. Il m'apprit alors qu'*il avait fait l'importante et intéressante découverte de fixer d'une manière permanente l'image de tout objet par l'action spontanée de la lumière.* Il me montra plusieurs spécimens très intéressants, tant d'images fixées sur des plaques d'étain poli que d'impressions faites sur le papier d'après ces planches préparées par son procédé chimique. M. Niepce appelait ces spécimens *le premier résultat de mes longues recherches.* M. Niepce désira que son intéressante et importante découverte fût connue de la Société royale de Londres, et qu'ainsi la priorité de sa découverte fût établie. Je l'engageai, en conséquence, à rédiger un écrit ou Mémoire sur ce sujet, qui serait alors présenté à la Société. Il le fit ; il écrivit cela à Kiew, et le data du 8 décembre 1827.

» J'ai le plaisir de vous envoyer sous ce pli une traduction de cet intéressant Mémoire.

» M. Niepce fut bientôt présenté à quelques-uns des membres les plus influents de la Société royale, auxquels il remit son Mémoire et plusieurs spécimens de sa découverte ; mais, bien qu'il ait eu plusieurs entrevues avec ces membres, qui avaient pu délibérer pendant plusieurs semaines sur son Mémoire, comme M. Niepce ne voulut pas expliquer son secret, le Mémoire et tous les spécimens lui furent rendus, et le sujet ne fut jamais présenté à la Société.

» M. Niepce fut obligé, par de pressantes affaires de famille, de retourner en France dans le commencement de février 1820 ; et environ quinze jours après son départ, son frère mourut à Kiew. Cet événement causa naturellement une grande interruption dans les recherches scientifiques de M. Niepce : nous continuâmes cependant une correspondance amicale pendant quelque temps ; mais une lettre que je reçus de lui, datée du 9 janvier 1829, fut la dernière. Dans cette lettre, comme dans toutes les autres, il parle toujours du succès de ses recherches, et il exprime l'espoir fondé que dans l'été suivant, il sera en état de compléter sa découverte, et il me promet de me communiquer fidèlement et promptement le résultat final de ses longues recherches. Mais depuis ce jour (9 janvier 1829), je n'avais rien vu ni entendu de M. Niepce ou de son héliographie, jusqu'au 12 janvier 1839, époque à laquelle mon attention fut attirée par la *Gazette littéraire*, rapportant un article de la *Gazette de France*, daté de

Paris, le 6 janvier 1839, et signé H. Gaucherant, dans lequel je trouvai, à ma grande surprise, que M. Daguerre, justement célèbre par son Diorama, non-seulement réclame le mérite d'avoir découvert le premier cet art intéressant et important, mais veut encore lui imprimer son propre nom! Je me rappelle bien que M. Daguerre était lié avec M. Niepce ; mais je n'ai jamais entendu ni compris qu'il eût pris une part active aux recherches de M. Niepce autrement qu'en l'encourageant à persévérer dans ses travaux. Je sais aussi que M. Daguerre s'était occupé avec zèle de recherches et d'expériences dans lesquelles il obtenait des succès; mais cet *objet était différent, à une grande distance*, de celui de M. Niepce : c'est ce que M. Daguerre appelle maintenant sa *décomposition de la lumière*, moyen par lequel il produit l'étonnant et admirable effet de ses représentations du Diorama, et dont les récits merveilleux remplissent les papiers publics (voyez le *Morning-Post*). Mais sa *découverte de la décomposition de la lumière* est une chose *grandement différente de la découverte de fixer d'une manière permanente les objets par l'action de la lumière.*

» Quoique cette dernière découverte soit en grande partie également rapportée dans le journal français (voyez la *Gazette de France*, du 6 janvier 1839), dans lequel on parle pour la première fois du daguerréotype comme il suit : « C'est avec un grand plaisir que nous annonçons l'importante découverte faite par M. Daguerre, le célèbre peintre du Diorama. » Et ensuite : « M. Daguerre a découvert une méthode de fixer les images qui sont représentées au foyer d'une chambre noire, etc. » Et une seconde fois : « MM. Arago, Biot et de Humboldt se sont assurés de la réalité de cette découverte, qui mérite leur admiration, et M. Arago, dans peu de jours, la fera connaître à l'Académie des sciences. » Vers la fin de l'article, l'auteur nous donne l'important avis suivant : « M. Daguerre *avoue généreusement que la première idée de ce procédé* lui fut donnée, il y a quinze ans, par M. Niepce (de Châlon-sur-Saône), mais dans un tel état d'imperfection, qu'il lui a fallu un travail long et persévérant pour atteindre le but. »

» Maintenant je ne pense pas que M. Niepce ait pu donner quelque idée il y a quinze ans; car les spécimens apportés par M. Niepce, et exposés en Angleterre en 1827 (et dont quelques-uns sont encore entre mes mains), étaient tous aussi parfaits que les produits de M. Daguerre décrits dans les papiers français

de 1839, et cependant c'est la première fois que le nom de Niepce est mentionné !... Dans un journal subséquent est un article daté de Paris, le 9 janvier 1839, dans lequel, après plusieurs éloges, on dit : « M. Arago a fait, le 7 de ce mois, une communication verbale à l'Académie des sciences sur la belle découverte de M. Daguerre. » Et dans l'article suivant : « Considérant la grande utilité de cette découverte pour le public, et l'extrême simplicité du procédé, qui est telle que tout le monde peut s'en servir, M. Arago pense qu'il serait impossible, au moyen d'un brevet ou autrement, d'assurer à l'inventeur les avantages qu'il doit retirer de sa découverte, et il croit que le meilleur moyen pour le gouvernement serait d'en faire l'acquisition et de la livrer au public. » Mais le nom de M. Niepce n'est pas mentionné dans ce rapport, ce qui est, je l'avoue, incompréhensible. Pour moi, qui ai l'honneur de connaître particulièrement M. le baron de Humboldt et M. Arago, et qui professe l'opinion qu'il n'y a pas d'hommes plus savants et plus honorables, je crois que tout lecteur impartial, en réunissant la déclaration formelle de M. Niepce et le généreux aveu de M. Daguerre, sera convaincu, comme moi, que M. Niepce est l'inventeur de cet art intéressant. Quoique, pendant la longue période de dix ans et l'interruption et l'entière cessation de notre correspondance en 1829, M. Daguerre ait pu faire beaucoup de progrès ; quoique surtout, s'il a acheté loyalement le secret de M. Niepce, je pense qu'il doive retirer le plus grand profit possible de la vente de ce secret, le mérite de l'invention n'en restera pas moins à mon estimable ami Nicéphore Niepce !

» Je n'ai vu aucun dessin photogénique de M. Talbot ; mais d'après ce que je vois dans les journaux, je conjecture qu'il prétend avoir fait des expériences très intéressantes dans les quatre ou cinq années qui viennent de s'écouler ; mais il me semble que son procédé est basé sur le même principe que la découverte de M. Niepce, et si M. Talbot réussit à fixer d'une manière permanente l'image de la nature sur le papier, il aurait certainement fait le plus important, car il aurait fait le plus utile.

» Avant de quitter l'Angleterre, M. Niepce me présenta plusieurs intéressants spécimens de son art nouvellement découvert. L'un d'eux est sa première expérience heureuse pour fixer l'image de la nature ; une autre planche préparée avec ce qu'il appelle le procédé chimique pour agir sur une planche de cuivre, comme

une gravure à l'eau-forte, et pour prendre des impressions de cette même planche.

» Si vous, monsieur, ou quelqu'un s'occupant d'art ou de sciences, attachait quelque intérêt à ce sujet et désirait voir les spécimens que j'ai en ma possession, il peut passer à ma maison, et je serai heureux de les lui montrer et de lui donner toutes les explications qu'il désirera.

» Cette communication, monsieur, est entièrement à votre service, et vous pouvez en faire l'usage que vous jugerez convenable; en accusant la réception de cette communication dans votre prochaine publication, je saurai qu'elle vous est parvenue, et vous obligerez beaucoup, monsieur, votre très humble serviteur,

» FRANCIS BAUER. »

27 février 1839.

NOTE III.

TRAITÉ D'ASSOCIATION ENTRE NIEPCE ET DAGUERRE.

M. Niepce, désirant fixer par un moyen nouveau, sans avoir recours à un dessinateur, les vues qu'offre la nature, a fait des recherches à ce sujet : de nombreux essais constatant cette découverte en ont été le résultat. Cette découverte consiste dans la reproduction spontanée des images reçues dans la chambre noire.

M. Daguerre, auquel il a fait part de sa découverte, en ayant apprécié tout l'intérêt, d'autant mieux qu'elle est susceptible d'un grand perfectionnement, offre à M. Niepce de s'adjoindre à lui pour parvenir à ce perfectionnement, et de s'associer pour retirer tous les avantages possibles de ce nouveau genre d'industrie.

Cet exposé fait, les sieurs comparants ont arrêté entre eux de la manière suivante les statuts provisoires et fondamentaux de leur association :

ART. 1er. Il y aura, entre MM. Niepce et Daguerre, société sous la raison de commerce *Niepce-Daguerre*, pour coopérer au perfec-

tionnement de ladite découverte, inventée par M. Niepce et perfectionnée par M. Daguerre.

ART. 2. La durée de cette société sera de dix années à partir du 14 décembre courant, et elle ne pourra être dissoute avant ce terme sans le consentement mutuel des parties intéressées. En cas de décès de l'un des deux associés, celui-ci sera remplacé dans ladite société, pendant le reste des dix années qui ne seraient pas expirées, par celui qui le remplace naturellement. Et encore, en cas de décès de l'un des deux associés, ladite découverte ne pourra jamais être publiée que sous les noms désignés dans l'article précédent.

ART. 3. Après la signature du présent traité, M. Niepce devra confier à M. Daguerre, sous le sceau du secret, qui devra être conservé à peine de tous dépens, dommages-intérêts, le principe sur lequel repose sa découverte, et lui fournir les documents les plus exacts et les plus circonstanciés sur la nature, l'emploi et les différents modes d'application des procédés qui s'y rattachent, afin de mettre par là plus d'ensemble et de célérité dans les recherches et les expériences dirigées vers le but du perfectionnement et de l'utilité de la découverte.

ART. 4 M. Daguerre s'engage, sous les susdites peines, à grader le plus grand secret, tant sur le principe fondamental de la découverte que sur la nature, l'emploi et les applications des procédés qui lui seront communiqués, et à coopérer autant qu'il lui sera possible aux améliorations jugées nécessaires par l'utile intervention de ses lumières et de ses talents.

ART. 5. M. Niepce met et abandonne à la société, à titre de mise, son invention, représentant la valeur de la moitié des produits dont elle sera susceptible, et M. Daguerre y apporte une nouvelle combinaison de chambre noire, ses talents et son industrie, équivalant à l'autre moitié des susdits produits.

ART. 6. Aussitôt après la signature du présent traité, M. Daguerre devra confier à M. Niepce, sous le sceau du secret, qui devra être conservé à peine de tous dépens, dommages et intérêts, le principe sur lequel repose le perfectionnement qu'il a apporté à la chambre noire, et lui fournir les documents les plus précis sur la nature dudit perfectionnement.

ART. 7. Les sieurs Niepce et Daguerre fourniront par moitié à la caisse commune les fonds nécessaires à l'établissement de la société.

Art. 8. Lorsque les associés jugeront convenable de faire l'application de ladite découverte au procédé de la gravure, c'est-à-dire de constater les avantages qui résulteraient pour un graveur de l'application desdits procédés qui lui procureraient par là une ébauche avancée, MM. Niepce et Daguerre s'engagent à ne choisir aucune autre personne que M. Lemaître pour faire ladite application.

Art. 9. Lors du traité définitif, les associés nommeront entre eux le directeur et le caissier de la société, dont le siége sera à Paris. Le directeur dirigera les opérations arrêtées par les associés, et le caissier recevra et paiera les bons et mandats délivrés par le directeur dans l'intérêt de la société.

Art. 10. Les fonctions du directeur et du caissier seront de la durée du présent traité ; néanmoins ils pourront être réélus. Leurs fonctions seront gratuites, ou il leur sera alloué une retenue sur les produits, selon qu'il sera jugé convenable par les associés lors du traité définitif.

Art. 11. Chaque mois, le caissier rendra ses comptes au directeur en donnant l'état de situation de la société ; et, à chaque semestre, les associés se partageront les bénéfices ainsi qu'il est dit ci-après.

Art. 12. Les comptes du caissier et l'état de situation seront arrêtés, signés et paraphés, chaque semestre, par les deux associés.

Art. 13. Les améliorations et perfectionnements apportés à ladite découverte, ainsi que les perfectionnements apportés à la chambre noire, seront et demeureront acquis au profit des deux associés, qui, lorsqu'ils seront parvenus au but qu'ils se proposent, feront un traité définitif entre eux, sur les bases du présent.

Art. 14. Les bénéfices des associés, dans les produits nets de la société, seront répartis par moitié entre M. Niepce, en sa qualité d'inventeur, et M. Daguerre, pour ses perfectionnements.

Art. 15. Les contestations qui pourraient s'élever entre les associés, à raison de l'exécution du présent, seront jugées définitivement, sans appel ni recours en cassation, par des arbitres nommés par chacune des parties à l'amiable, conformément à l'article 51 du Code de commerce.

Art. 16. En cas de dissolution de cette société, la liquidation s'en fera par le caissier, à l'amiable, ou par les associés ensemble, ou enfin par une personne tierce qu'ils nommeront à l'amiable, ou

qui sera nommée par le tribunal compétent, à la diligence du plus actif des associés.

Le tout a été ainsi réglé provisoirement entre les parties, qui, pour l'exécution du présent, font élection de domicile en leurs demeures respectives, ci-devant désignées.

Fait double et signé à Châlon-sur-Saône, le 14 décembre 1829.

J. NIEPCE. Louis-Mandé DAGUERRE.

NOTE IV.

MODIFICATIONS APPORTÉES AU PROCÉDÉ DE NIEPCE PAR DAGUERRE AVANT LA DÉCOUVERTE DU DAGUERRÉOTYPE.

La substance que l'on doit employer de préférence est le résidu qu'on obtient par l'évaporation de l'huile essentielle de lavande, appliqué en couches très minces, par le moyen de sa dissolution dans l'alcool.

Bien que toutes les substances résineuses ou bitumineuses, sans en excepter une seule, soient douées de la même propriété, c'est-à-dire celle d'être sensibles à la lumière, on doit donner la préférence à celles qui sont les plus onctueuses, parce qu'elles donnent plus de fixité à l'épreuve; plusieurs huiles essentielles perdent ce caractère lorsqu'elles sont exposées à une forte chaleur.

Ce n'est cependant pas à cause de sa prompte décomposition à la lumière que l'on doit préférer le résidu de l'huile de lavande; il est des résines, le galipot, par exemple, qui, dissoutes dans l'alcool et étendues sur un verre ou sur une plaque de métal, laissent, par l'évaporation de l'alcool, une couche très blanche et infiniment plus sensible à la radiation qui opère cette décomposition. Mais cette plus grande sensibilité à la lumière, causée par une évaporation moins prolongée, rend les images ainsi obtenues plus faciles à se détériorer; elles se gercent et finissent par disparaître entièrement quand on les expose plusieurs mois au soleil.

Le résidu de l'huile essentielle de lavande présente plus de fixité, sans être cependant inaltérable par l'action du soleil.

Pour obtenir ce résidu, on fait évaporer l'essence dans une capsule à l'aide de la chaleur, jusqu'à ce que le résidu acquière une telle consistance, qu'après son refroidissement il sonne en le frappant avec la pointe d'un couteau, et qu'il se brise en éclats lorsqu'on cherche à le détacher de la capsule. On fait ensuite dissoudre une très petite quantité de cette matière dans de l'alcool ou dans de l'éther acétique; il faut que la dissolution soit très claire et d'une couleur citron. Plus la solution est claire, plus la couche qu'on obtient est mince; il ne faut pas cependant qu'elle soit trop claire, car alors elle ne pourrait pas mater ni faire une couleur blanche, ce qui est indispensable pour obtenir de l'effet dans les épreuves. L'emploi de l'alcool ou de l'éther n'a d'autre but que de faciliter l'application du résidu sous une forme qui est excessivement divisée, puisque, lorsqu'on opère, l'alcool est entièrement vaporisé.

Lorsqu'on veut opérer, il faut que le métal ou le verre soit parfaitement nettoyé; on peut pour cela se servir d'alcool ou de tripoli très fin, mais il faut toujours terminer cette opération en frottant à sec, afin qu'il ne reste aucune trace de liquide; on se sert de coton avec l'alcool et le tripoli, qui doit être excessivement fin pour qu'il ne raie pas le métal ou le verre.

Pour appliquer la couche, on tient la plaque de métal ou le verre d'une main, et de l'autre on verse dessus la solution (qui doit être contenue dans un petit flacon à large ouverture), de manière que cette solution couvre rapidement, en coulant, toute la surface de la plaque. D'abord il faut tenir la plaque un peu inclinée; mais aussitôt qu'on a versé la solution et qu'elle a cessé de couler, on la dresse perpendiculairement. On passe tout de suite le doigt derrière la plaque, ainsi qu'au bas, pour entraîner une partie du liquide qui, tendant toujours à remonter, doublerait l'épaisseur de la couche. Il faut chaque fois s'essuyer le doigt, et le passer très rapidement dans toute la longueur de la plaque, pardessous et du côté opposé à la couche; lorsque le liquide ne coule plus, on place, pour la laisser sécher, la plaque à l'ombre, car autrement la lumière détruirait la sensibilité de la substance.

Dans cet état, la couche est blanche et extrêmement mince; c'est en partie à cette dernière condition qu'est dû le plus ou le moins de promptitude. Cette préparation doit être faite à un faible

jour, ou, ce qui est préférable, à la lumière d'une bougie qui n'a pas d'action sur cette substance.

Lorsque la couche est bien sèche, la plaque peut être mise dans la chambre noire. On la laisse dans cet état le temps nécessaire à la production de l'image, temps qui ne peut être limité parce qu'il dépend du plus ou moins d'intensité de la lumière répandue sur les objets dont on veut fixer l'image. Cependant il ne faut pas moins de sept à huit heures pour une vue, et à peu près trois heures pour les objets très éclairés par le soleil et d'ailleurs très clairs de leur nature. Cependant ces données ne sont qu'approximatives, car les saisons et les différentes heures de la journée y apportent de grandes modifications.

Quand on opère sur verre, il est nécessaire, pour augmenter la lumière, de le poser sur une feuille de papier; mais pour que ce reflet ne soit pas confus, il faut que le côté de la couche soit posé directement sur le papier, et qu'elle le touche parfaitement sur toute sa surface. Pour cela, il faut tendre le papier sur une planche très plane, en supposant que le verre le soit aussi; on aura soin de choisir le verre le plus blanc possible.

Quand l'épreuve a été laissée le temps nécessaire dans la chambre noire, il faut la retirer en ayant toujours soin de la garantir de la lumière.

Comme il arrive très souvent qu'au sortir de la chambre noire on n'aperçoit aucune trace de l'image, il s'agit de la faire paraître.

Pour cela, il faut prendre un bassin de cuivre étamé ou de ferblanc, plus grand que la plaque, et garni tout autour d'un rebord d'environ 50 millimètres de hauteur. On remplit le bassin d'huile de pétrole, jusqu'à peu près un quart de sa hauteur; on fixe la plaque sur une planchette de bois qui couvre parfaitement le bassin. L'huile de pétrole, en s'évaporant, pénètre entièrement la substance dans les endroits sur lesquels l'action de la lumière n'a pas eu lieu. Elle lui donne une transparence telle qu'il semble ne rien y avoir dans ces endroits : ceux, au contraire, sur lesquels la lumière a vivement agi ne sont point attaqués par la vapeur de l'huile de pétrole.

C'est ainsi qu'est effectuée la dégradation des teintes, par le plus ou le moins d'action de la vapeur de l'huile de pétrole sur la substance.

Il faut de temps en temps regarder l'épreuve, et la retirer aussitôt qu'on a obtenu les plus grandes vigueurs; car en poussant

trop loin l'évaporation, les plus grands clairs en seraient attaqués et finiraient par disparaître. L'épreuve est alors terminée. Il faut la mettre sous verre pour éviter que la poussière ne s'y attache, et, pour l'enlever, il ne faut pas employer d'autre moyen que de la chasser en soufflant. En mettant les épreuves sous verre, on préserve aussi la feuille d'argent plaqué des vapeurs qui pourraient l'altérer.

Résumé.

Comme il a été dit plus haut, tous les bitumes, toutes les résines et tous les résidus d'huiles essentielles sont décomposables par la lumière d'une manière très sensible ; il suffit pour cela de les mettre en couches très minces, et de trouver un dissolvant qui leur convienne. On peut employer comme dissolvants, l'huile de pétrole, toutes les huiles essentielles, l'alcool, les éthers et le calorique.

M. Niepce plongeait la plaque, couverte d'un vernis de bitume, dans un dissolvant liquide ; mais un semblable moyen est rarement en rapport avec le peu d'intensité de lumière qu'ont les épreuves obtenues dans la chambre noire.

Il arrive toujours que le dissolvant est trop fort ou trop faible. Dans le premier cas, il enlève entièrement le vernis, et dans le second, il ne rend pas l'image assez apparente.

L'effet du dissolvant dans lequel on plonge l'épreuve est d'enlever le vernis dans les endroits où la lumière n'a pas frappé, ou bien, selon la nature du dissolvant, on obtient l'effet contraire, c'est-à-dire que les parties frappées par la lumière sont enlevées, tandis que les autres restent intactes. C'est là ce qui arrive lorsqu'on emploie, comme dissolvant, de l'alcool, au lieu d'huile de pétrole ou essentielle.

Les dissolvants par l'évaporation ou par l'effet du calorique son bien préférables : on peut toujours en arrêter les effets à volonté. Mais il est indispensable que la couche ne fasse pas l'effet d'un vernis ; il faut qu'elle soit mate et aussi blanche que possible. La vapeur du dissolvant ne fait que pénétrer la couche et en détruire le mat, selon le plus ou le moins d'intensité de la lumière. Cette manière de procéder donne une dégradation de teintes qu'il est tout à fait impossible d'obtenir en trempant l'épreuve dans un dissolvant.

Un grand nombre d'expériences faites par l'auteur lui ont prouvé que la lumière ne peut pas frapper sur un corps sans laisser des traces de décomposition à sa surface; mais elles lui ont aussi démontré que ces mêmes corps ont la propriété de se recomposer en grande partie à l'ombre, à moins que la lumière n'ait déterminé une décomposition complète.

On peut s'en convaincre en disposant, par le procédé décrit ci-dessus, deux plaques semblables préparées de la même manière, et en les exposant à la lumière avec des effets d'ombre. Quand on juge que la lumière a produit son action, on retire les deux plaques, et l'on fait subir immédiatement à l'une l'effet du dissolvant; et l'on conserve l'autre enfermée dans une boîte pendant plusieurs jours, après lesquels on l'expose, comme la première, à l'effet du dissolvant. On verra alors que le résultat obtenu sur la seconde plaque ne ressemble pas à celui qu'a donné la première.

On peut conclure de là qu'une grande partie des corps, et sans aucun doute tous les vernis, se détruiraient beaucoup plus promptement, sans cette propriété qu'ils possèdent de se recomposer à l'ombre.

NOTE V.

LETTRE DE M. TALBOT A M. BIOT SUR LA PRÉPARATION DES PAPIERS PHOTOGRAPHIQUES.

« Je vous ai averti, dans ma lettre du 28 mai, que ma prochaine contiendrait probablement la description de ma nouvelle méthode photographique. C'est ce que je vous envoie aujourd'hui. Vous me ferez plaisir en la communiquant à l'Académie.

» J'envoie dans une autre lettre des échantillons d'*acide gallique* et de *papier iodé*, pour que vous puissiez opérer sur des substances chimiques identiques avec les miennes. (Dans ma description, j'ai employé les mesures et les poids anglais.)

» La préparation du papier calotype (c'est le nom que je lui donne) se divise en deux parties distinctes.

» *Première partie.* — On dissout 100 *grains* de nitrate d'argent cristallisé dans 6 *onces* d'eau pure. On lave avec cette solution une feuille de papier à écrire sur un de ses côtés, que l'on marque, pour pouvoir le reconnaître ensuite. On le fait sécher doucement. Alors on le plonge pendant deux minutes dans une dissolution faite ainsi :

Eau	1 pinte.
Iodure de potassium. . . .	500 grains.

» Après cela, on lave le papier dans l'eau, puis on le sèche ; quoique peu sensible à la lumière, on a soin de le tenir enfermé dans un portefeuille. Avec cette précaution, le papier peut se conserver pendant un temps indéfini. Dans cet état de préparation, je l'appelle *papier ioduré*, puisqu'il est recouvert d'une couche d'iodure d'argent.

» *Deuxième partie.* — On prend une feuille de *papier ioduré*, et on le lave avec une dissolution d'argent ainsi préparée :

» A. On dissout 100 *grains* de nitrate d'argent dans 2 *onces* d'eau pure.

» On y ajoute la sixième partie de son volume d'acide acétique un peu fort.

» B. Solution saturée d'acide gallique cristallisé dans l'eau froide. La quantité ainsi dissoute est assez faible.

» Les solutions A et B étant ainsi préparées, on les ajoute l'une à l'autre à volumes égaux, mais en petite quantité à la fois, parce que leur mélange se décompose en peu de temps. J'appelle ce mélange le *gallo-nitrate d'argent*.

» C'est avec ce *gallo-nitrate d'argent* qu'il faut laver le papier ioduré, et pour cela on se sert de la lumière d'une bougie. On laisse le papier ainsi humecté pendant une demi-minute ; alors on le plonge dans l'eau ; on le sèche avec le papier brouillard et en le tenant avec précaution devant le feu.

» C'est là la préparation du papier *calotype*.

» On garde ce papier enfermé dans une presse jusqu'au moment où l'on veut s'en servir. Cependant, si l'on s'en sert tout de suite, on peut s'épargner la peine de le sécher, puisqu'il réussit également bien lorsqu'il est un peu humide.

» *Usage du papier.* — On le met au foyer de la chambre obscure, qu'on dirige vers l'objet qu'on veut peindre.

» Pour donner une idée du temps nécessaire, je supposerai la lentille objective de 1 pouce de diamètre et de 15 pouces de foyer, et que l'on dirige l'instrument sur la façade d'un bâtiment éclairé par le soleil; alors une minute me paraît le temps le plus convenable pour la durée de l'action lumineuse; ensuite on retire le papier et on l'examine à la lumière d'une bougie. On n'y verra probablement rien, mais l'image y existe dans un état invisible. Pour la rendre visible, voici ce qu'il faut faire : il faut laver le papier encore une fois avec le *gallo-nitrate d'argent*, et puis le chauffer doucement devant le feu : on verra alors sortir, comme par enchantement, tous les détails du tableau. Une ou deux minutes suffisent ordinairement pour faire acquérir au tableau sa plus grande perfection. Il faut alors le *fixer* d'une manière permanente.

» *Fixation du tableau.* — Après avoir lavé le tableau, on l'humecte avec une solution ainsi faite :

Eau.	8 à 10 onces.
Bromure de potassium. . .	100 grains.

» Après une ou deux minutes, on doit le laver encore et le sécher. Les tableaux ainsi fixés offrent le grand avantage de rester transparents; c'est ce qu'il faut pour pouvoir en tirer de belles copies. Pour faire la copie, on peut se servir d'une deuxième feuille de *papier calotype*, qu'on presse fortement contre le tableau, et qu'on expose ainsi à la lumière; mais il vaut mieux se servir du papier photographique ordinaire. A la vérité, les copies alors prennent plus de temps; mais, en revanche, elles sont d'une apparence plus agréable. Le tableau fournit ordinairement plusieurs bonnes copies, et alors il s'affaiblit peu à peu et les copies ne sont plus bonnes. Mais la propriété la plus extraordinaire qu'ont les tableaux calotypes, c'est qu'on peut les rajeunir et leur donner leur beauté primitive. Pour cela, on n'a qu'à les laver encore avec le *gallo-nitrate d'argent* et les chauffer doucement. Les ombres du tableau noircissent alors beaucoup sans causer aux parties claires aucun changement. Il faut après cela renouveler la *fixation* du tableau, et alors on peut en tirer une deuxième série de bonnes copies.

» Comme on ne trouve pas chez tous les pharmaciens de l'a-

cide gallique cristallisé, on peut y substituer l'extrait de la noix de galle (*tincture of galls*).

» La manière dont il faut se servir du *papier calotype* pour obtenir des tableaux photographiques *positifs* par unè seule opération fera le sujet d'une deuxième lettre.

» J'ai cru devoir ajouter à ma description des échantillons de papier calotype préparé, parce que les moindres différences chimiques ont de l'influence sur les résultats. » (*Comptes rendus de l'Académie des sciences de Paris*, 7 juin 1841.)

NOTE VI.

PROCÉDÉ POUR OBTENIR LES ÉPREUVES DE PHOTOGRAPHIE SUR PAPIER, PAR M. BLANQUART-ÉVRARD (DE LILLE).

A l'admiration que fit naître la belle découverte de M. Daguerre, se joignit bientôt un vœu : les artistes surtout firent appel à la science, et lui demandèrent les moyens de fixer sur le papier les images de la chambre noire, que M. Daguerre obtenait sur plaqué d'argent. Cet appel fut entendu : grand nombre de savants firent bientôt connaître les propriétés photogéniques de beaucoup de produits chimiques; les recettes se multiplièrent à l'infini : d'où vient qu'elles restèrent sans résultat?

Certes, on ne pouvait l'attribuer à l'inaction des amateurs; car, outre le piquant qu'offre toujours une nouveauté, cette nouvelle branche de photographie présentait trop d'intérêt sous le double rapport de l'art et de ses applications à l'industrie, pour ne pas réclamer tous leurs efforts. Si leurs travaux sont restés stériles, c'est qu'il y avait au fond de l'opération, telle qu'elle se pratiquait, une cause permanente d'insuccès; en d'autres termes, l'absence d'un principe pour la préparation du papier.

Dirigeant dès lors mes recherches vers ce but, j'arrivai bientôt à reconnaître que si les résultats qu'on obtenait étaient inconstants et défectueux, donnant des images sans puissance et sans finesse,

sans dégradations lumineuses et sans transparence dans les clairs-obscurs, la cause était due à une préparation incomplète et trop superficielle du papier. En effet, procédant par analogie avec la préparation sur plaqué, on se contentait de déposer, sur une des surfaces du papier, les principes photogéniques. Cette opération chargeant inégalement la surface du papier, celle-ci était inégalement impressionnée à la lumière, lors de l'exposition à la chambre noire. Les réactions chimiques qui suivaient cette exposition accusaient toutes ces inégalités ; en outre, la préparation étant trop superficielle, l'image manquait de ton dans les parties lumineuses, et de transparence dans les demi-teintes. Cette analyse me conduisit donc à reconnaître ce principe, qu'il fallait rendre la pâte du papier photogénique, en procédant à sa préparation par absorption, de manière qu'elle recélât les principes chimiques des dissolutions, et qu'elle devînt ainsi le milieu dans lequel doivent s'accomplir les réactions chimiques, qui finalement constituent l'image photographique.

Ce principe posé, chaque praticien peut, à son gré, choisir ses substances. De même que, pour le plaqué d'argent, les uns préfèrent les bromures aux chlorures; de même, pour le papier, ils sont libres de leur préférence : les résultats sont relatifs, mais le principe devra être observé dans la préparation.

Afin de faciliter les premiers travaux de ceux qui voudraient se livrer à l'étude de la photographie sur papier, je vais leur indiquer ici les moyens de préparation des épreuves que j'ai produites, et dont l'emploi leur donnera un résultat propre à les encourager à de nouvelles études.

Pour opérer promptement, il faut employer le papier mouillé: c'est là une condition qui rend l'opération très difficile; car, à peine le papier est-il déposé sur la planchette du châssis, qu'il se boursoufle. Pour parer à ce grave désagrément, on a conseillé l'ardoise humide; mais cela ne retarde l'inconvénient que de quelques minutes, et, par suite, ne dispense pas de procéder à ces opérations préliminaires sur les lieux mêmes où l'on veut prendre une épreuve. A la recherche d'un moyen, je commençai à me servir d'une glace sur laquelle je déposai le papier et que je garantissais par la planchette pour former mon châssis. Un jour, par distraction, je plaçai cette glace dans mon châssis, dans le sens opposé, c'est-à-dire le papier en dedans et la glace faisant face à l'objectif dans la chambre noire. J'obtins également mon

épreuve. Ce fut un trait de lumière : l'image pouvant venir derrière une glace, en pressant le papier entre deux glaces, recouvrant auparavant un des côtés du papier photogénique de deux ou trois feuilles de papier bien mouillé, je pouvais entretenir l'humidité pendant un temps considérable, et mon papier, par son adhérence à la glace, conservait toujours une surface parfaite. Je pus ainsi aller au loin prendre une épreuve et venir la terminer dans mon cabinet. Ce moyen, on le voit, lève une des plus grandes difficultés de la photographie sur papier, et rendra son exécution plus facile que celle sur plaqué.

Toutes les opérations que je vais décrire se feront à froid, non parce que cela est préférable, mais parce que ce mode est moins assujettissant, et qu'il devient ainsi à la portée du plus modeste préparateur, auquel un coin d'appartement, bien garanti de toute lumière pourra servir de laboratoire. Elles seront faites à la lueur d'une bougie ou d'une lampe ordinaire.

L'opération se divise en deux parties. La première est celle qui doit donner l'épreuve de la chambre noire ; elle est négative, les parties éclairées étant représentées par les noirs, et *vice versâ*.

Pour cette épreuve, on fera choix d'un papier de la force des plus beaux papiers à lettre, glacé, de la plus belle pâte possible. Je me suis trouvé très bien de celui de M. Marion, marqué n° 10 B.

On versera dans une cuvette une dissolution de 1 partie de nitrate d'argent et 30 parties d'eau distillée (toutes les parties sont désignées au poids), sur la surface de laquelle on déposera le papier, en ayant soin de ne pas enfermer de bulles d'air entre la masse du liquide et le papier (cette recommandation s'applique à toutes les préparations ultérieures). Après une minute sur ce bain, on retirera ce papier en le faisant égoutter par un des angles, puis on le disposera à plat sur une surface imperméable, telle qu'un meuble verni, une toile cirée, etc., le laissant ainsi sécher lentement, en ayant soin d'éviter tout dépôt de liquide par places, ce qui serait une cause de tache aux épreuves.

Dans un autre vase où l'on aura versé une dissolution de 25 parties d'iodure de potassium, 1 partie de bromure de potassium et 560 parties d'eau distillée, on plongera entièrement ce papier pendant une minute et demie ou deux minutes, s'il fait froid, en laissant au-dessus le côté nitraté ; on le retirera de ce

bain en le prenant par deux coins, et on le passera, sans le lâcher, dans un vase plus grand rempli d'eau distillée, afin de le laver et d'enlever tout dépôt cristallin qui pourrait, sans cela, rester à la surface; puis, sur un fil qu'on aura tendu horizontalement à cet effet, on suspendra le papier, en faisant une corne à l'un des coins, et on le laissera ainsi s'égoutter et se sécher complétement.

Ce papier, ainsi préparé, sera recueilli dans une boîte de carton à l'abri de la lumière, et sans être tassé fortement; il pourra se conserver pendant des mois entiers. On peut donc, dans une seule journée, se préparer le papier nécessaire à une excursion de plusieurs mois. On recueillera les excédants des liquides dans des flacons recouverts de papier noir : ils pourront servir jusqu'à épuisement.

Lorsqu'on voudra prendre une épreuve, on versera sur une glace bien plane et bien calé sur un support, qu'elle débordera, quelques gouttes d'une dissolution de 6 parties de nitrate d'argent, 11 parties d'acide acétique cristallisable et 64 parties d'eau distillée (on ne prendra que la moitié de la quantité d'eau pour dissoudre le nitrate, on versera ensuite l'acide acétique, et, après une heure de repos, on ajoutera la seconde partie d'eau).

On y déposera le papier du côté qui aura été soumis, dans la première préparation, à l'absorption du nitrate d'argent; on étendra avec la main le papier, de manière que, bien imbibé partout de la dissolution, il adhère parfaitement à la glace, sans laisser de plis ni de bulles d'air. Ceci fait, on le couvrira de plusieurs feuilles de papier bien propre, trempées à l'avance dans l'eau distillée (une seule pourrait suffire si l'on avait un papier d'une très grande épaisseur); sur ces feuilles de papier trempées, on déposera une seconde glace de la même dimension que la première, et l'on pressera fortement dessus, pour ne former qu'une seule masse. On déposera le tout dans un châssis de la chambre noire, qu'on aura préalablement fait disposer à cet effet, et l'on ira ensuite procéder à l'exposition, comme si le châssis renfermait une plaque daguerrienne.

Cette préparation exige une durée d'exposition qui pourra être calculée par les daguerréotypeurs au quart de celle nécessaire pour les plaques préparées au chlorure d'iode. Ils tiendront compte, toutefois, de la température, et remarqueront qu'elle est

une cause d'accélération non moins puissante que l'intensité lumineuse.

L'exposition terminée, on déposera l'épreuve sur un plateau de verre ou de porcelaine, qu'on aura légèrement mouillé, afin que le papier y adhère plus facilement. On versera dessus une dissolution saturée d'acide gallique; à l'instant, l'image apparaîtra. On laissera agir l'acide gallique, afin que la combinaison soit plus profonde dans le papier, et que tous les détails arrivent dans les parties des clairs-obscurs; mais on arrêtera, toutefois, l'action de l'acide gallique, avant que les blancs qui doivent former les noirs de l'épreuve positive éprouvent de l'altération. A cet effet, on lavera l'épreuve en jetant de l'eau dessus, pour la débarrasser de l'acide gallique; puis, la déposant de nouveau sur le support, on y versera une couche d'une dissolution de 1 partie de bromure de potassium et de 40 parties d'eau distillée, qu'on laissera dessus pendant un quart d'heure, en ayant bien soin qu'elle en soit toujours couverte : après quoi on lavera l'épreuve à grande eau, et on la séchera entre plusieurs feuilles de papier buvard. Elle sera alors achevée, et pourra donner un nombre considérable d'épreuves positives, après que, pour la rendre plus transparente, on l'aura imbibée de cire, en en râpant une petite quantité sur le papier et la faisant fondre avec un fer à repasser, à travers plusieurs feuilles de papier à lettre, qu'on renouvellera suffisamment, afin d'enlever tout dépôt de cire à la surface de l'épreuve.

Préparation du papier de l'épreuve positive. — On fera choix, pour cette épreuve, du papier de la plus belle pâte, le plus épais possible et parfaitement glacé.

Dans un vase où l'on aura versé une solution de 3 parties d'eau saturée de sel marin dans 10 parties d'eau distillée, on déposera la feuille de papier sur une seule surface, et on l'y laissera jusqu'à ce qu'elle s'aplatisse parfaitement sur l'eau (deux ou trois minutes). On le séchera sur du papier buvard, en passant fortement et à reprises répétées, dans tous les sens, la main sur le dos du papier, renouvelant le papier buvard jusqu'à ce qu'il n'accuse plus aucune humidité fournie par le papier salé : il sera alors déposé sur un autre bain composé d'une solution de 1 partie de nitrate d'argent et de 5 parties d'eau distillée; on l'y laissera tout le temps qu'exigera l'assèchement, comme il vient d'être dit, d'une seconde feuille de papier qui aura remplacé la première sur le bain salé; alors, ôtant celle du bain d'argent, on l'égout-

tera avec soin par un de ses angles, et on la déposera sur une surface imperméable, comme pour la première préparation du papier négatif. On voit qu'en passant ainsi le papier du bain salé au bain d'argent, le préparateur ne perd pas une minute, et qu'il peut, en quelques heures, préparer une assez grande quantité de papier.

Parfaitement sec, on l'enfermera dans une boîte ou carton sans le tasser. Il sera bon de n'en pas préparer pour plus de huit ou quinze jours à l'avance; car, au bout de ce temps, il se teinte, et quoique propre encore à la reproduction des images, il n'accuse plus les blancs avec le même éclat que lorsqu'il est nouvellement préparé.

Pour faire venir une épreuve positive, on placera l'épreuve négative du côté imprimé sur la surface préparée du papier positif; on pressera les deux papiers réunis entre deux glaces qu'on déposera sur un châssis (planche rebordée) couvert d'un drap noir. On aura soin que la glace du dessus soit assez forte et assez lourde pour que son poids fasse pression sur l'épreuve négative, de manière qu'elle soit parfaitement adhérente au papier positif. Ceci fait, on exposera à la grande lumière, au soleil autant que possible, en cherchant à faire tomber ses rayons à angle droit sur la glace. Pour avoir de belles épreuves, il faut pousser cette exposition à son degré extrême; elle devra être arrêtée avant que les vives lumières de l'image puissent être altérées Il suffira d'une seule expérience pour déterminer approximativement le temps d'exposition, qui sera, terme moyen, de vingt minutes au soleil selon la vigueur de l'épreuve négative.

Après cette exposition, on rentrera l'épreuve dans le cabinet noir, et quelle qu'elle soit, on la laissera tremper un quart d'heure dans un bain d'eau douce, puis dans un autre de 1 partie d'hyposulfite de soude et de 8 parties d'eau distillée. A partir de ce moment, on pourra la regarder au jour et suivre l'action de l'hyposulfite; on verra alors les blancs de l'épreuve prendre de plus en plus d'éclat, les clairs-obscurs se fouilleront; la nuance de l'épreuve, d'abord d'un vilain ton roux et uniforme, passera à une belle nuance brune, puis au bistre, puis enfin au noir des gravures de l'aqua-tinta. L'opérateur arrêtera donc son épreuve au ton et à l'effet qui lui conviendront. Elle sera parfaitement fixée; mais, afin de la dégorger de l'hyposulfite, dont l'action se prolongerait, on la lavera à grande eau, après quoi on la laissera

dans un grand vase rempli d'eau, pendant tout un jour, ou au moins cinq à six heures; on séchera ensuite entre plusieurs feuilles de papier buvard.

Ce bain, comme celui de l'hyposulfite, peut recevoir en même temps autant d'épreuves que l'on voudra.

Il est important de faire remarquer qu'au moyen de l'imprégnation profonde de nitrate d'argent que reçoit le papier pour les épreuves positives, le bain d'hyposulfite dans lequel on plonge ces épreuves au sortir de l'exposition en dissout une certaine quantité, et passe ainsi à un autre état chimique, lequel donne lieu aux réactions que j'ai décrites, en amenant l'épreuve de la teinte rousse d'abord, au noir des gravures de l'aqua-tinta.

L'inobservation de ce changement d'état du bain de l'hyposulfite a donné lieu à l'insuccès des expériences auxquelles se sont livrés jusqu'ici les photographistes : opérant le plus souvent avec des épreuves de petite dimension, il en résultait que le bain d'hyposulfite, d'ailleurs trop considérable, ne se chargeait pas suffisamment de nitrate; de telle sorte que son action, au lieu de devenir colorante, attaquait au contraire l'image, et la dégradait de teinte, dans la proportion inverse de l'effet recherché.

Ayant reconnu, par les faits, la cause de ces insuccès, je m'empresse de la signaler, pour qu'il soit permis à chacun d'obtenir des épreuves satisfaisantes.

Ceux donc qui, bornés dans leur exécution, ne pourraient fournir assez tôt à leur bain d'hyposulfite suffisamment d'épreuves pour l'amener à l'état convenable, y suppléeront en versant dans leur bain une légère quantité de leur dissolution concentrée de nitrate d'argent.

Les épreuves qui ne pourraient supporter l'action de l'hyposulfite, au moins pendant deux heures, devront être rejetées. Ce serait une preuve qu'elles n'auraient point été exposées assez longtemps à la lumière, et elles ne seraient pas suffisamment fixées.

Quelque compliquées que puissent paraître les préparations ci-dessus décrites, on les reconnaîtra excessivement faciles lorsqu'on sera à l'œuvre, et, si on les compare aux préparations des plaques, on sera étonné de leur simplicité.

L'avantage de pouvoir préparer à l'avance le papier des épreuves négatives facilitera singulièrement les excursions daguerriennes, en dispensant l'amateur d'un bagage toujours fort em-

barrassant, et en lui économisant le temps et le travail qu'exige le polissage des plaques qui ne peut être fait à l'avance. La facilité de ne faire venir les épreuves positives qu'au retour d'un voyage, et de les multiplier à l'infini, ne contribuera pas peu au développement de cette branche de photographie, qui réclame aussi la sympathie des artistes, puisque les résultats ne sont point, comme sur le plaqué, en dehors de leur action, et qu'ils peuvent, au contraire, les modifier au gré de leur imagination.

Ainsi la facilité d'exécution, la certitude de l'opération, l'abondante reproduction des épreuves, voilà trois éléments qui doivent, dans un temps prochain, faire prendre à cette branche de photographie une place importante dans l'industrie; car, si elle est appelée à donner à l'homme du monde des souvenirs vivants de ses pérégrinations, des images fidèles des objets de ses affections, elle procurera aux savants des dessins exacts de mécanique, d'anatomie, d'histoire naturelle; aux historiens, aux archéologues, aux artistes, enfin, des vues pittoresques, des études d'ensemble et de détail des grandes œuvres de l'art antique et du moyen âge, dont les rares dessins ne sont le partage que du petit nombre.

(*Annales de chimie et de physique*, 3e série, t. XX, 1847.)

NOTE VII.

MÉMOIRES SUR LA PHOTOGRAPHIE SUR VERRE, PAR M. NIEPCE DE SAINT-VICTOR.

PREMIER MÉMOIRE.

(*Présenté à l'Académie des sciences le 25 octobre 1847.*)

Quoique ce travail ne soit qu'ébauché, je le publie tel qu'il est, ne doutant pas des rapides progrès qu'il fera dans des mains plus

exercées que les miennes, et par des personnes qui opéreront dans de meilleures conditions qu'il ne m'a été permis de le faire.

Je vais indiquer les moyens que j'ai employés, et qui m'ont donné des résultats satisfaisants, sans être parfaits; comme tout dépend de la préparation de la plaque, je crois devoir donner la meilleure manière de préparer l'empois.

Je prends 5 grammes d'amidon, que je délaie avec 5 grammes d'eau, puis j'y ajoute encore 95 grammes d'eau, après quoi j'y mêle 35 centigrammes d'iodure de potassium étendus dans 5 grammes d'eau. Je mets sur le feu : lorsque l'amidon est cuit, je le laisse refroidir, puis je le passe dans un linge, et c'est alors que je le coule sur les plaques de verre, ayant l'attention d'en couvrir toute la surface le plus également possible. Après les avoir essuyées en dessous, je les pose sur un plan parfaitement horizontal, afin de les sécher assez rapidement au soleil ou à l'étuve pour obtenir un enduit qui ne soit pas fendillé, c'est-à-dire pour que le verre ne se couvre pas de cercles où l'enduit est moins épais qu'ailleurs (effet produit, selon moi, par l'iodure de potassium). Je préviens que l'amidon doit toujours être préparé dans un vase de porcelaine, et que la quantité de 5 grammes que je viens d'indiquer est suffisante pour enduire une dizaine de plaques dites d'*un quart*. On voit par là qu'il est facile de préparer un grand nombre de plaques à la fois. Il importe encore de ne pas y laisser de bulles d'air, qui feraient autant de petits trous dans les épreuves.

La plaque étant préparée de cette manière, il suffira, lorsqu'on voudra opérer, d'y appliquer de l'*acétonitrate*, au moyen d'un papier trempé à plusieurs reprises dans cette composition; on prendra ensuite un second papier imprégné d'eau distillée, que l'on passera sur la plaque. Un second moyen consiste à imprégner préalablement la couche d'empois d'eau distillée avant de mettre l'acétonitrate; dans ce dernier cas, l'image est bien plus noire, mais l'exposition à la lumière doit être un peu plus longue que par le premier moyen que j'ai indiqué.

On expose ensuite la plaque dans la chambre obscure, et on l'y tient un peu plus de temps peut-être que s'il s'agissait d'un papier préparé par le procédé de M. Blanquart. Cependant j'ai obtenu des épreuves très noires en vingt ou vingt-cinq secondes au soleil, et en une minute à l'ombre. L'opération est conduite ensuite comme s'il s'agissait de papier, c'est-à-dire que l'on se sert de

l'acide gallique pour faire paraître le dessin, et du bromure de potassium pour le fixer.

Tel est le premier procédé dont je me suis servi; mais ayant eu l'idée d'employer l'albumine (blanc d'œuf), j'ai obtenu des produits bien supérieurs sous tous les rapports, et je crois que c'est à cette dernière substance qu'il faudra donner la préférence.

Voici la manière dont j'ai préparé mes plaques. J'ai pris dans le blanc d'œuf la partie la plus claire (cette espèce d'eau albumineuse), dans laquelle j'ai mis de l'iodure de potassium; puis, après l'avoir coulée sur les plaques, je l'ai laissée sécher à la température ordinaire (si elle était trop élevée, la couche d'albumine se gercerait). Lorsqu'on veut opérer, on applique l'acétonitrate en le versant sur la plaque de manière à en couvrir toute la surface à la fois; mais il serait préférable de la plonger dans cette composition pour obtenir un enduit bien uni.

L'acétonitrate rend l'albumine insoluble dans l'eau, et lui donne une grande adhérence au verre. Avec l'albumine, il faut exposer un peu plus longtemps à l'action de la lumière que quand on opère avec l'amidon; l'action de l'acide gallique est également plus longue; mais, en compensation, on obtient une pureté et une finesse de traits remarquables, qui, je crois, pourront un jour atteindre à la perfection d'une image sur la plaque d'argent.

J'ai essayé les gélatines : elles donnent aussi des dessins d'une grande pureté (surtout si l'on a la précaution de les filtrer, ce qu'il est essentiel de faire pour toutes les substances, excepté l'albumine); mais elles se dissolvent trop facilement dans l'eau. Si l'on veut employer l'amidon, il faudra choisir le plus fin; pour moi, qui n'ai employé que celui du commerce, le meilleur que j'ai trouvé est celui de la maison Groult.

C'est en employant les moyens que je viens d'indiquer que j'ai obtenu des épreuves négatives. Quant aux épreuves positives, n'en ayant pas fait, je n'en parlerai pas; mais je présume que l'on peut opérer comme pour le papier, ou bien en mettant les substances dans l'amidon, mais non dans l'albumine, qu'il ne faudra même pas passer dans la solution de sel marin. Il faudra, pour l'albumine, plonger la plaque dans le bain d'argent, et si la solution de sel marin est indispensable, on pourra mettre du chlorure de sodium dans l'albumine avant de la couler sur la plaque.

Si l'on préfère continuer à se servir de papier, j'engagerai à l'enduire d'une ou de deux couches d'empois ou d'albumine, et

l'on aura alors la même pureté de dessin que pour les épreuves que j'ai faites avec l'iode ; mais je crois que cela ne vaudra jamais un corps dur et poli, recouvert d'une couche sensible.

J'ajouterai que l'on pourra obtenir de très jolies épreuves positives sur verre opale.

Ne peut-on pas espérer que, par ce moyen, on parvienne à tirer des épreuves de la pierre lithographique, ne serait-ce qu'en crayonnant le dessin reproduit, si l'on ne peut pas l'encrer autrement? J'ai obtenu de très belles épreuves sur un *schiste* (pierre à rasoir) enduit d'une couche d'albumine. A l'aide de ce moyen, les graveurs sur cuivre et sur bois pourront obtenir des images qu'il leur sera très facile de reproduire.

Tous les procédés de photographie sur papier peuvent s'employer sur une couche d'empois ou d'albumine.

DEUXIÈME MÉMOIRE.

(Présenté à l'Académie le 12 juin 1848.)

Dans le mémoire que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie au mois d'octobre dernier, j'ai publié ce que j'avais fait alors relativement à la photographie sur verre. Aujourd'hui je viens ajouter les nouveaux résultats que j'ai obtenus.

Les épreuves que j'ai l'honneur de présenter ne sont encore que des reproductions de gravures et de monuments d'après nature, la longueur de l'opération ne m'ayant pas permis de faire le portrait en employant l'albumine seule; cependant j'ai obtenu des épreuves de paysages en quatre-vingts à quatre-vingt-dix secondes à l'ombre, et si l'on mélange du tapioca avec l'albumine, on accélère l'opération, mais on perd en pureté de traits ce que l'on gagne en vitesse.

J'ai indiqué dans mon mémoire deux substances propres à la photographie sur verre, l'amidon et l'albumine. J'ai donné les moyens de préparer l'amidon; mais comme l'albumine lui est bien préférable, je ne parlerai que de celle-ci.

Voici la manière de procéder. On prend deux ou trois blancs



d'œufs (selon le nombre de plaques à préparer), dans lesquels on verse de douze à quinze gouttes d'eau saturée d'iodure de potassium, selon la grosseur des œufs; on bat ensuite les blancs en neige, jusqu'à ce qu'ils aient assez de consistance pour tenir sur le bord d'une assiette creuse; on nettoie parfaitement la partie de l'assiette restée libre, afin d'y laisser couler l'albumine liquide, qui s'échappe de la mousse en plaçant l'assiette sur un plan incliné. Après une heure ou deux, le liquide est versé dans un flacon de verre pour s'en servir au besoin.

On peut conserver l'albumine pendant quarante-huit heures au moins en la tenant au frais.

Une grande difficulté existe pour étendre l'albumine également sur la plaque de verre; le procédé qui m'a le mieux réussi est celui-ci :

Je mets l'albumine dans une capsule de porcelaine plate carrée, de manière que le fond en soit recouvert d'une couche de 2 ou 3 millimètres d'épaisseur; je place la feuille de verre verticalement contre une des parois de la bassine; je l'incline ensuite en la soutenant avec un crochet, de façon à lui faire prendre tout doucement la position horizontale; je la relève avec précaution au moyen du crochet, et je la place sur un plan parfaitement horizontal.

Tel est le moyen qui m'a donné les meilleurs résultats, et avec lequel on peut obtenir une couche d'égale épaisseur : chose essentielle, car s'il y a excès d'albumine dans certaines parties de la plaque, elles s'écailleront sur le cliché.

Lorsque l'albumine aura été appliquée, comme je viens de le dire, on la fera sécher à une température qui ne doit pas dépasser 15 à 20 degrés; sans cette précaution, la couche se fendillerait et ne donnerait plus que de mauvais résultats. C'est pour cela que, dans le cas où la température dépasserait 20 degrés, il conviendrait de ne préparer les plaques que le soir, et de les placer sur un marbre recouvert d'un linge mouillé; elles sèchent alors lentement la nuit, et le lendemain matin on les place dans un lieu frais jusqu'à ce qu'on veuille s'en servir. Sans cette précaution, la couche, quoique sèche, se fendillerait aussitôt qu'elle serait exposée à une température un peu élevée; mais, pour obvier à cet inconvénient, on passe les plaques, dès qu'elles sont sèches, dans l'acéto-azotate d'argent, et on les conserve à l'abri de la lumière.

L'expérience m'a appris que l'image venait tout aussi bien, la

couche étant sèche que si elle était mouillée ; seulement l'opération est un peu plus longue dans le premier cas ; mais cet inconvénient est bien compensé par la facilité que l'on a de transporter les plaques pour opérer au loin.

La feuille de verre étant enduite d'une couche d'albumine qui contient de l'iodure de potassium, on la passe dans la composition d'acéto-azotate d'argent, en employant les mêmes moyens que j'ai indiqués pour l'application de l'albumine, et on la lave avec de l'eau distillée, puis on l'expose dans la chambre obscure. On se sert d'acide gallique pour faire paraître l'image, et du bromure de potassium pour la fixer.

Quant à la supériorité du cliché sur verre à celui du papier, je crois qu'elle est (sauf la vitesse) incontestable sous tous les rapports.

Pour les épreuves positives, il est reconnu que le papier est plus avantageux que le verre; mais, pour obtenir une grande pureté de traits et de plus beaux tons, il faut fortement l'encoller avec de l'amidon.

Je crois devoir appeler l'attention de l'Académie sur l'avantage que ce nouvel art peut avoir pour l'histoire naturelle et la botanique ; je veux parler d'une foule de sujets qu'il est difficile aux dessinateurs et aux peintres de reproduire fidèlement : par exemple, les insectes, et particulièrement les lépidoptères; les quadrupèdes et les oiseaux empaillés seront très faciles à reproduire.

La botanique pourra également acquérir ainsi des figures de fleurs et de plantes d'une fidélité parfaite, qu'un cliché sur verre permettra de reproduire à l'infini, et que l'on pourra ensuite colorier.

Tel est le résultat où mes nombreuses recherches m'ont amené, et que je m'empresse de livrer à la publicité.

NOTE VIII.

PROCÉDÉ DE PHOTOGRAPHIE SUR PAPIER DE M. ÉDOUARD BALDUS.

PREMIÈRE OPÉRATION. — PRÉPARATION DU PAPIER POUR LES ÉPREUVES NÉGATIVES.

§ I. — *Papier pour le paysage, les monuments, les statues, etc.*

Prenez d'abord :

Eau distillée.	500 grammes.
Gélatine blanche.	10 —

Faites fondre la gélatine au bain-marie dans un vase de porcelaine, et, quand elle est entièrement fondue, agitez dans le liquide 5 grammes d'iodure de potassium, et agitez avec une baguette de verre pour que le mélange soit complet. Le tout étant bien mélangé, ajoutez encore peu à peu, et en agitant toujours avec la baguette, 25 grammes de l'acétonitrate dont on trouvera la composition page 374. Le liquide prend alors une teinte jaunâtre ; on le laisse encore à la chaleur pendant environ dix minutes, en continuant de l'agiter, et cette première préparation faite, on peut s'en servir.

A cet effet, on prend une cuvette qu'on a soin de tenir chaude au bain-marie, et l'on y verse le liquide. On prend alors une feuille de papier par les coins ; on pose d'abord le milieu (1), et l'on abaisse successivement les deux angles, afin de chasser les bulles d'air qui pourraient se former, et qui empêcheraient l'adhérence du liquide au papier. La feuille étant ainsi placée, on la laisse jusqu'à ce qu'elle présente une surface bien plane, ce

(1) La feuille pourrait même être immergée des deux côtés ; en ce cas elle se conserverait plus longtemps quand on veut opérer à sec.

qui exige ordinairement de six à dix minutes, suivant l'épaisseur du papier.

On la relève alors, on la suspend pour la faire sécher, et on l'attache par un angle sur une corde tendue; pour qu'il ne reste pas un excédant de liquide dans l'angle opposé à celui qui tient à la corde, on prend un petit morceau de papier buvard qu'on fait adhérer à cet angle, et qui facilite l'écoulement des dernières gouttes.

Quand les papiers ainsi préparés sont bien secs, on les trempe des deux côtés dans une dissolution de :

Eau distillée.	100 grammes.
Iodure de potassium. . . .	1 —

Il faut tremper d'abord le côté qui a reçu la première préparation, retourner le papier, éviter les bulles d'air, et laisser la feuille de six à huit minutes, suivant la température, la sécher de nouveau, et placer les feuilles sèches dans un carton : elles se conservent bonnes pendant très longtemps.

Le restant de la liqueur gélatinée peut servir de nouveau en la chauffant et en la filtrant.

Cette première préparation laisse dans le papier un couche de gélatine complétement insoluble; elle en resserre les pores, et forme en même temps à la surface une autre couche mince de gélatine, chargée d'iodure d'argent non précipité, et déjà un peu sensible à la lumière. Le second passage à l'iodure de potassium augmente la sensibilité du papier. Le côté du papier qui a reçu la première préparation prend une légère teinte jaune.

§ II. — *Papier négatif pour portraits.*

Pour les portraits, il faut nécessairement choisir le papier le plus beau et le plus uni, encollé à l'amidon.

On prépare la liqueur avec :

Eau distillée.	100 grammes.
Hydriodate d'ammoniaque.	1 —
Hydrobromate d'ammoniaque. . . .	1 décigramme.

On immerge le papier entièrement dans le liquide; on le laisse de cinq à dix minutes, suivant la température et l'épaisseur, puis on le relève pour le faire sécher.

Il faut que l'hydriodate d'ammoniaque soit blanc ou très légèrement jaunâtre quand on l'emploie. Lorsqu'il est plus coloré, il contient un excès d'iode, et l'opération est bien ralentie.

Avec ce procédé bien appliqué, on obtient presque la même vitesse que sur la plaque. Ces deux sortes de préparations de papier peuvent se faire au jour, en évitant cependant une trop grande clarté.

Les opérations qui vont suivre s'appliquent de la même manière aux papiers préparés par les deux moyens dont nous venons de parler.

DEUXIEME OPÉRATION (1).

Passage sur l'acétonitrate d'argent.

Quand on veut rendre le papier sensible à la lumière, on prépare d'abord une dissolution de :

Eau distillée.	100	grammes.
Nitrate d'argent.	6	—
Acide acétique cristallisable. . .	12	—

On verse de ce liquide 2 millimètres d'épaisseur dans une cuvette ou sur une glace; on prend ensuite, par les deux angles opposés, une feuille de papier préparée, et, appuyant d'abord le milieu, on abaisse successivement les deux angles. Il faut avoir bien soin que le papier adhère partout au liquide, et qu'il n'y reste pas de bulles d'air. A ce moment, il se déclare des inégalités de couleur qui font souvent l'effet de taches ; mais, à mesure que la combinaison s'opère, toute la surface du papier prend une teinte uniforme; quand elle est à ce point, on doit enlever le papier pour le placer dans le châssis.

(1) *Observation.* — Les deuxième, quatrième et cinquième opérations doivent être faites dans une chambre noire, à la lueur d'une petite lampe.

Cette réaction prend ordinairement de cinq à six minutes, suivant l'épaisseur.

Pendant que la feuille est sur l'acétonitrate, on a préparé une feuille de papier blanc et épais, un peu plus grande que celle de l'épreuve. On la plonge entièrement dans l'eau distillée pour l'en bien imprégner, et on la met sur la glace qui est dans le châssis de la chambre noire. C'est sur cette feuille de papier humide qu'on place ensuite la feuille qu'on enlève de l'acétonitrate (le dos en dessous, bien entendu). En prenant soin que les deux feuilles adhèrent parfaitement ensemble, on peut attendre quelques heures pour opérer, et même jusqu'au lendemain lorsque la température n'est pas trop élevée ; en ce cas, il faudrait, pour plus de sûreté, tremper la feuille qui sert de doublure dans une légère décoction de graine de lin, au lieu de la tremper dans l'eau ordinaire.

Par ce dernier moyen, nous avons obtenu de bonnes épreuves au bout de deux jours. Quand on veut opérer sur le papier sec, on enlève la feuille de l'acétonitrate d'argent (dans lequel on l'a trempée des deux côtés), on la passe rapidement dans l'eau distillée pour enlever l'excès de nitrate, et on la fait sécher en la suspendant.

Il faut, bien entendu, pour faire une épreuve avec le papier sec, placer la feuille entre deux glaces dans le châssis.

Nous n'aimons pas ce dernier moyen, et nous avons remarqué que les épreuves obtenues en opérant entre deux glaces ont beaucoup moins de pureté.

TROISIÈME OPÉRATION.

Passage à la chambre obscure.

Lorsque les papiers sont convenablement placés dans le châssis, on porte ce dernier dans la chambre noire. La durée de l'exposition ne peut être indiquée d'avance ; elle dépend de l'intensité de la lumière, de la bonté de l'objectif et de la longueur du foyer de celui-ci.

Pour les vues et les monuments qu'on fait généralement avec un objectif simple, d'un foyer un peu allongé, il faut compter de trois à cinq minutes d'exposition, en employant le papier préparé



pour le paysage (§ Ier). Si les objets ont une teinte jaune ou noire, il faut rester plus longtemps.

Pour le papier à portraits (§ II), il ne faut que de cinq à soixante secondes, suivant la lumière et l'emplacement dans lequel on opère, et, une fois le papier dans le châssis, il faut opérer le plus promptement possible.

QUATRIÈME OPÉRATION.

Mise à l'acide gallique.

Il faut préparer pendant quelque temps d'avance, et à une température de 18 à 20 degrés, une dissolution d'acide gallique saturée.

On verse cette dissolution dans une cuvette, de manière à former une couche de 2 à 3 millimètres d'épaisseur, et de la même surface que la feuille.

On enlève alors l'épreuve du châssis, et on la place, le côté qui a reçu l'image en premier, sur la couche d'acide gallique. Au bout d'un instant, on retourne l'épreuve, pour qu'elle en soit bien imprégnée des deux côtés. Quelques minutes après, l'image commence à paraître, et elle se complète successivement dans toutes ses parties. Si elle a été exposée le temps nécessaire, elle doit être terminée dans une demi-heure à peu près.

Alors, si l'épreuve est faible, on peut ajouter dans le bain quelques gouttes d'acétonitrate d'argent, en remuant bien, pour que l'épreuve en soit couverte partout; on renforce ainsi beaucoup les noirs. On peut encore, dans le même bain, ajouter à l'acide gallique une parcelle d'acide pyrogallique et d'acétate d'ammoniaque. Mais on doit user de ces moyens avec réserve, parce qu'on perd très souvent l'épreuve en les employant : le contraste entre les blancs et les noirs devenant presque toujours trop fort, l'épreuve positive est d'un aspect dur et sans harmonie.

Une bonne épreuve négative doit pouvoir se terminer dans l'acide gallique *seul*.

CINQUIÈME OPÉRATION.

Fixage de l'épreuve.

Quand l'image est terminée dans l'acide gallique, on lave l'épreuve à l'eau filtrée, et l'on peut même la laisser un quart d'heure dans l'eau, ce qui lui donne encore plus de vigueur et la débarrasse de l'acide gallique.

On a préparé une dissolution de :

Eau distillée	100	grammes.
Bromure de potassium.	3	—

On verse cette dissolution dans une cuvette, et l'on y plonge entièrement l'épreuve. Si le bain prenait tout de suite une teinte verdâtre, c'est que l'épreuve n'aurait pas encore été assez dégorgée dans l'eau filtrée ; il faudrait, dans ce cas, renouveler simplement le bain de bromure.

L'épreuve doit rester au moins une demi-heure dans le bain.

Il faut ensuite laver de nouveau l'épreuve à plusieurs eaux avec beaucoup de soin, car, sans cela, le négatif n'est pas bien fixé et s'affaiblit bientôt quand on veut le reproduire. On sèche l'épreuve en la piquant sur une corde.

On peut encore fixer l'épreuve au moyen d'une dissolution de :

Eau.	100	grammes.
Hyposulfite de soude.	7	—

Au moment de se servir de cette dissolution, on y ajoute 1 gramme d'acide acétique pur. On opère absolument de la même manière quant à l'immersion et aux lavages faits avec soin.

Il y a encore un bon moyen pour fixer l'épreuve, surtout pour les portraits, c'est de se servir d'une dissolution de chlorure de sodium saturé : les lavages sont les mêmes.

SIXIÈME OPÉRATION.

Moyen de cirer l'épreuve négative.

On a conseillé de ne pas cirer l'épreuve quand elle est faible ou d'une couleur claire.

Nous pensons, au contraire, que cette opération est toujours nécessaire, même avec du papier mince ; une épreuve qui ne pourrait pas la supporter doit être regardée comme une épreuve médiocre, et ne donnera pas de bonnes positives. La cire n'augmente pas seulement la transparence, elle bouche aussi tous les petits interstices du papier, et rend la surface plus unie ; elle conserve mieux l'épreuve en la préservant de l'humidité.

On place quelques feuilles de papier buvard sur une planche ou sur une table, et l'on pose l'épreuve dessus, bien à plat, pour éviter des plis qu'on ne pourrait pas effacer.

On étend une couche de cire blanche sur un fer modérément chaud, et l'on repasse l'épreuve en appuyant doucement, afin que la cire pénètre bien dans l'épreuve et qu'il y en ait également partout.

Ou bien encore on a préparé d'avance un papier buvard complétement pénétré de cire ; on le place sur l'épreuve, et l'on repasse sur le papier buvard pour faire passer la cire dans l'épreuve. Dans les deux moyens, si celle-ci contient alors un excès de cire, on la met elle-même entre deux feuilles de papier buvard non cirées, en appuyant avec le fer chaud, et tout l'excédant passe dans les papiers buvards.

SEPTIÈME OPÉRATION.

Préparation du papier positif.

Prenez une dissolution de :

Eau distillée.	100 grammes.
Chlorure de sodium pur.	1 1/2 —

Versez de cette dissolution dans une cuvette à l'épaisseur de 5 à 10 millimètres.

Après avoir marqué vos feuilles de papier par un signe, étendez-les, l'une après l'autre, sur le liquide ; laissez-les chacune de cinq à huit minutes, suivant l'épaisseur, et faites-les sécher en les suspendant par un angle.

On peut ainsi préparer d'avance, et en plein jour, un assez grand nombre de feuilles.

Quand elles sont sèches, placez-les face à face dans un carton où elles puissent se conserver longtemps ; il faut seulement éviter de les mettre dans un endroit humide.

On a préparé une dissolution de :

Eau distillée.	100 grammes.
Nitrate d'argent.	15 à 18 —

On y trempe chaque feuille (le côté salé sur le nitrate) pendant cinq à six minutes, puis on les sèche de nouveau parfaitement.

Cette dernière opération ne peut se faire que dans l'obscurité, à la clarté d'une lampe ou d'une bougie ; le mieux est de la faire le soir pour se servir du papier le lendemain. Il n'en faut préparer que la quantité qu'on pense devoir employer, parce que, quoique bien enfermé, le papier commence à jaunir au bout de deux jours, et cette teinte augmente assez rapidement. Les épreuves faites sur du papier ainsi coloré n'ont plus ni la vigueur ni la beauté de celles qu'on obtient sur le papier encore blanc ou légèrement jauni.

HUITIÈME OPÉRATION.

Tirage de l'épreuve positive.

On place le négatif sur la glace du châssis à reproduction, le côté le plus vigoureux en dessus. On le couvre avec un papier préparé pour le positif, le côté nitraté sur l'épreuve, en évitant qu'il y ait aucun pli, et en laissant dépasser un peu les bords du papier positif pour juger, par la couleur qu'ils prendront, de l'intensité de la lumière. On ferme alors le châssis, et l'on donne une légère pression au moyen des vis pour que les deux épreuves adhèrent bien ensemble.

Quoiqu'on puisse, par habitude, juger du temps nécessaire à la pression, surtout en examinant, par la couleur que prennent les bords, à quel point elle en est, il est encore mieux de regarder l'épreuve elle-même en n'ouvrant qu'un des côtés du châssis pour ne pas la déranger.

Il faut généralement laisser cette épreuve venir plus forte et plus foncée qu'elle ne doit être, parce que dans son passage à l'hyposulfite elle se trouve affaiblie.

On reconnaît ordinairement le moment de retirer l'épreuve quand les lumières commencent à se voiler.

Au reste, pour avoir de belles épreuves positives, les soins seuls ne suffisent pas; il faut avant tout que le *cliché*, ou épreuve négative, soit d'une exécution parfaite comme harmonie de tons et pureté de lignes.

NEUVIÈME OPÉRATION.

Fixage de l'épreuve positive.

Préparez une solution de :

Eau distillée.	100 grammes.
Hyposulfite de soude.	12 —

Cette liqueur étant versée dans une cuvette, on y plonge entièrement l'épreuve positive qu'on vient de sortir du châssis, en ayant soin qu'il n'y ait point de bulles d'air, qui feraient des taches en empêchant l'hyposulfite d'adhérer également partout.

On laisse l'épreuve dans le bain jusqu'à ce que les lumières soient bien éclaircies, et, ici encore, l'expérience est nécessaire pour bien juger le moment convenable, parce que l'épreuve, après avoir été séchée, reprend un peu plus de vigueur.

En sortant l'épreuve de l'hyposulfite, il faut encore une fois la laver et la laisser même pendant cinq à six heures dans l'eau pour la dégager complétement de l'hyposulfite; car, sans cette précaution, elle jaunirait de plus en plus et pourrait même finir par s'effacer.

En sortant l'épreuve de la dernière eau, il faut la laisser sécher en la suspendant.

En employant la dissolution d'hyposulfite, on obtient des tons rougeâtres assez désagréables. Pour éviter cet inconvénient, il faut ajouter un peu de chlorure d'argent nouvellement précipité (un demi-gramme par 100 grammes de liquide). Quand on a fini, on verse l'hyposulfite qui a servi dans un flacon, en le filtrant, et il peut servir pour une nouvelle opération, en remplaçant chaque fois par une petite quantité de nouvelle dissolution une partie du vieux bain; on peut, avec avantage pour la teinte de l'épreuve, en prolonger indéfiniment l'usage.

Le papier positif qui contient de l'amidon comme encollage donne les plus beaux tons noirs.

(*Mémoire déposé au secrétariat de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale, contenant les procédés à l'aide desquels les principaux monuments historiques du midi de la France ont été reproduits par ordre du ministre de l'intérieur*, par Édouard BALDUS, peintre.)

NOTE IX.

LOI SUR LA CORRESPONDANCE TÉLÉGRAPHIQUE PRIVÉE, DES 3 JUILLET, 18 ET 29 NOVEMBRE 1850.

ART. 1er. Il est permis à toutes personnes dont l'identité est établie de correspondre, au moyen du télégraphe électrique de l'État, par l'entremise des fonctionnaires de l'administration télégraphique.

La transmission de la correspondance télégraphique privée est toujours subordonnée aux besoins du service télégraphique de l'État.

ART. 2. Les dépêches, écrites lisiblement, en langage ordinaire et intelligible, datées et signées des personnes qui les envoient, sont remises par elles ou par leurs mandataires au directeur du télégraphe, et transcrites dans leur entier, avec l'adresse de l'expéditeur, sur un registre à souche. Cette copie est signée par

l'expéditeur ou par son mandataire, et par l'agent de l'administration télégraphique.

Sont exemptés de la transcription sur le registre à souche les articles destinés aux journaux et les dépêches relatives au service des chemins de fer.

ART. 3. Le directeur du télégraphe peut, dans l'intérêt de l'ordre public et des bonnes mœurs, refuser de transmettre les dépêches. En cas de réclamation, il en est référé, à Paris, au ministre de l'intérieur, et, dans les départements, au préfet ou au sous-préfet, ou à tout autre agent délégué par le ministre de l'intérieur. Cet agent, sur le vu de la dépêche, statue d'urgence.

Si, à l'arrivée au lieu de la destination, le directeur estime que la communication d'une dépêche peut compromettre la tranquillité publique, il en réfère à l'autorité administrative, qui a le droit de retarder ou d'interdire la remise de la dépêche.

ART. 4. La correspondance télégraphique privée peut être suspendue par le gouvernement, soit sur une ou plusieurs lignes séparément, soit sur toutes les lignes à la fois.

ART. 5. Tout fonctionnaire public qui viole le secret de la correspondance télégraphique est puni des peines portées en l'article 187 du Code pénal.

ART. 6. L'État n'est soumis à aucune responsabilité à raison du service de la correspondance privée par la voie télégraphique.

ART. 7 Les dépêches télégraphiques privées sont soumises à la taxe suivante, qui est perçue au départ :

Pour une dépêche de un à vingt mots, il est perçu un droit fixe de trois francs, plus douze centimes par myriamètre.

Au-dessus de vingt mots, la taxe précédente est augmentée d'un quart pour chaque dizaine de mots ou fraction de dizaine excédante.

Sont comptées dans l'évaluation des mots l'adresse, la date et la signature.

Les chiffres sont comptés comme s'ils étaient écrits en toutes lettres.

Toute fraction de myriamètre est comptée comme un myriamètre.

Lorsqu'il sera établi un service de nuit, la taxe sera augmentée de moitié pour les dépêches transmises la nuit.

Le ministre de l'intérieur est autorisé à concéder des abonne-

ments à prix réduits, pour la transmission des nouvelles qui se rapportent au service des chemins de fer.

Art. 8. En payant double taxe, les particuliers ont la faculté de recommander leurs dépêches. Toute dépêche recommandée est vérifiée par une répétition de la dépêche faite par le directeur destinataire.

Art. 9. Indépendamment des taxes ci-dessus spécifiées, il est perçu, pour le port de la dépêche, soit au domicile du destinataire, s'il réside au lieu de l'arrivée, soit au bureau de la poste aux lettres, un droit de cinquante centimes dans les départements, et de un franc pour Paris.

Si le destinataire ne réside pas au lieu d'arrivée, la dépêche lui sera transmise, sur la demande et aux frais de l'expéditeur, par exprès ou estafette. Les conditions seront fixées par le règlement à intervenir en vertu de l'article 11 de la présente loi.

Art. 10. Les dépêches sont transmises selon l'ordre d'inscription pour chaque destination.

L'ordre des transmissions entre les diverses destinations est réglé de manière à les servir utilement et également.

Toutefois la transmission des dépêches dont le texte dépasserait cent mots peut être retardée pour céder la priorité à des dépêches plus brèves, quoique inscrites postérieurement.

Les dépêches relatives au service des chemins de fer, qui intéresseraient la sécurité des voyageurs, pourront, dans tous les cas, obtenir la priorité sur les autres dépêches.

Art. 11. La présente loi recevra son exécution à partir du 1er mars 1851.

Le service de la correspondance télégraphique privée, les conditions nécessaires pour constater l'identité des personnes, et les dispositions réglementaires de la comptabilité, seront réglés par un arrêté concerté entre le ministre de l'intérieur et le ministre des finances. Cet arrêté sera converti en un règlement d'administration publique dans l'année qui suivra la promulgation de la présente loi.

Délibéré en séance publique, à Paris, les 3 juillet, 18 et 29 novembre 1850.

Le président et les secrétaires de l'Assemblée législative,

Signé : Dupin, Arnaud (de l'Ariége), Chapot, Bérard, de Heeckeren, Peupin.

La présente loi sera promulguée et scellée du sceau de l'État.

Le président de la République,
Signé LOUIS-NAPOLÉON BONAPARTE.

Le garde des sceaux, ministre de la justice,
Signé E. ROUHER.

(*Bulletin des lois*, n° 330.)

RÈGLEMENT POUR LE SERVICE DE LA TÉLÉGRAPHIE PRIVÉE.

Le ministre de l'intérieur,

Vu la loi du 29 novembre 1850, sur l'établissement du service de la correspondance télégraphique électrique privée;

Vu le rapport de l'administrateur en chef des lignes télégraphiques sur les mesures à prendre pour l'exécution de ladite loi, et après s'être concerté avec M. le ministre des finances,

Arrête ce qui suit :

Ouverture des bureaux.

ART. 1er. Les bureaux télégraphiques seront ouverts tous les jours, y compris les fêtes et dimanches : du 1er avril à la fin de septembre, de sept heures du matin à neuf heures du soir; du 1er octobre à la fin de mars, de huit heures du matin à neuf heures du soir.

L'heure de tous les bureaux télégraphiques sera l'heure du temps moyen pris à l'Observatoire de Paris.

ART. 2. Jusqu'à nouvel ordre, aucune dépêche ne pourra être envoyée hors des heures du bureau qu'autant qu'elle aura été déclarée avant neuf heures du soir, et que la transmission en aura été acceptée par le bureau de départ.

Formalités relatives à l'enregistrement des dépêches.

ART. 3. Toute personne qui voudra faire usage de la correspondance télégraphique devra d'abord faire constater son identité.

L'identité pourra être établie d'après les manières suivantes : Toute personne domiciliée dans la commune où est situé le bureau télégraphique aura la faculté d'apposer sa signature sur un registre à souche, et, après vérification faite de l'identité du signataire, le feuillet contenant le double de la signature et détaché de la souche, lui sera remis pour qu'il puisse le joindre à toute dépêche qu'il voudrait expédier. La présentation du feuillet et la conformité des signatures sur la dépêche, le feuillet et le registre à souche, formeront la constatation de l'identité. L'identité de la signature pourra encore être certifiée par un visa des préfets, sous-préfets, maires et commissaires de police ; elle pourra l'être encore, en matière civile, par le visa du président du tribunal de première instance, du juge de paix et par tous les notaires ; en matière commerciale, par le visa du président et des juges du tribunal de commerce, par les agents de change, les courtiers d'assurances et de commerce.

Elle pourra enfin être établie par des pièces telles que passeport, acte de naissance, acte de notoriété, jugement et autres actes et papiers dont la réunion prouverait l'identité de la personne qui les posséderait.

Art. 4. Les dépêches, écrites lisiblement, en langage ordinaire et intelligible, sans aucune abréviation de mots ou caractères écrits dans le texte, datées et signées, seront remises au directeur du télégraphe, qui vérifiera si les désignations de l'adresse sont assez précises pour qu'on puisse avoir l'espoir fondé de la faire parvenir à la personne à qui elle est destinée, et s'il n'y a rien dans le texte qui puisse porter atteinte à l'ordre public ou aux bonnes mœurs.

Si le directeur refuse de transmettre la dépêche, soit parce que l'identité n'est pas constatée, soit par tout autre motif, il écrira sur la minute la cause de son refus, et signera.

Si rien ne s'oppose à la transmission, le directeur fera transcrire en entier la dépêche sur un registre à souche. Au bas de la dépêche, on ajoutera le nom et l'adresse du signataire, le nom et l'adresse de la personne qui l'aura apportée, le nombre de mots que la dépêche contient, la ville pour laquelle elle est destinée, et la somme perçue. On fera signer le tout par l'expéditeur ou son mandataire, à qui sera délivrée une quittance avec talon de la somme qu'il aura déboursée.

Art. 5. La dépêche recevra un numéro d'ordre, et l'on

inscrira, en marge et au-dessous du numéro, l'heure à laquelle elle aura été remise au stationnaire de service, qui devra la transmettre immédiatement, si la ligne est libre. Si la ligne est occupée, la dépêche prendra son rang et sera transmise à son tour.

On inscrira sur les dépêches transmises l'heure de l'arrivée à destination. Toutes les dépêches seront remises le soir, au directeur, qui en fera un paquet scellé du cachet de la direction.

Ordre de la transmission des dépêches.

Art. 6. Il sera tenu, dans chaque bureau télégraphique, un rôle des dépêches, d'après l'ordre de leur dépôt, et chacune d'elles sera expédiée dans chaque bureau, selon le rang qu'elle occupera sur le rôle. Toutefois les dépêches du gouvernement et les dépêches relatives au service des chemins de fer, qui intéresseraient la sécurité des voyageurs, pourront avoir la priorité sur les dépêches privées.

La transmission des dépêches privées dont le texte dépasserait cent mots pourra être retardée pour céder la priorité à des dépêches plus brèves, quoique inscrites postérieurement.

Art. 7. Chaque jour, au moment de l'ouverture du service, chaque bureau, en se mettant en communication avec Paris, indiquera le nombre des dépêches qu'il a à transmettre pour Paris. Puis l'administration centrale commencera la transmission et fera la distribution du temps du service entre tous les bureaux pour la correspondance avec Paris. L'administration indiquera, à chaque fois, le bureau qui devra se mettre en travail, et le temps qui lui sera accordé. Les transmissions se feront alternativement dans un sens et dans l'autre. Le temps accordé à chaque bureau, sur chaque ligne, ne pourra pas dépasser une demi-heure. Toutefois une dépêche commencée devra être achevée.

Autant que possible, la transmission se fera directement entre les deux lieux qui doivent entrer en correspondance. Pendant la transmission directe entre Paris et les bureaux successivement désignés, les autres bureaux, partout où il y aura un troisième fil disponible, se transmettront entre eux les dépêches pour les villes intermédiaires. Les bureaux les plus rapprochés de Paris

commenceront la transmission, qui alternera de dépêche en dépêche avec la transmission des bureaux les plus éloignés. Chaque transmission de bureau à bureau ne pourra durer qu'une demi-heure.

Chaque bureau destinataire accusera réception définitive de la dépêche envoyée, aussitôt qu'il l'aura comprise.

Art. 8. Aucune dépêche déposée à un bureau télégraphique ne pourra être retirée de la transmission que par la personne même qui l'aura envoyée. Dans tous les cas, la somme payée ne sera pas rendue.

Communication des dépêches.

Art. 9. Au burreau d'arrivée, la dépêche reçue sera visée par le directeur, qui, si rien ne s'oppose à la communication, y inscrira la mention *bon à communiquer*. La dépêche visée sera remise à un expéditionnaire, qui en fera la copie.

Si le directeur juge qu'une dépêche reçue ne saurait être communiquée sans danger pour la tranquillité publique, il en enverra copie à l'autorité administrative, et attendra sa décision. Si la communication est interdite, il en sera donné connaissance au directeur qui l'a expédiée, pour qu'il puisse en faire rembourser la taxe perçue.

Art. 10. Si rien n'empêche la communication, la dépêche copiée sera timbrée du sceau de l'administration et signée du directeur. Elle sera remise immédiatement à un piéton, chargé de la porter à l'adresse indiquée ou au bureau de poste. A la dépêche sera joint un reçu qui devra être signé, soit de la personne à qui la dépêche est adressée, soit d'une personne attachée à son service ou à sa famille.

Si l'on ne trouve à l'adresse indiquée ni le destinataire, ni personne qui le connaisse, la dépêche sera rapportée au bureau d'arrivée, et la déclaration du piéton sera inscrite sur la dépêche.

S'il est demandé que la dépêche reste au bureau d'arrivée, elle sera déposée dans un coffre ou tiroir solidement établi et fermant à clef, jusqu'à ce qu'on vienne la réclamer

Art. 11. Les dépêches adressées à des personnes se trouvant hors de la commune où est situé le bureau télégraphique d'arrivée seront envoyées à destination par la poste ou par un messager

exprès, selon que la demande en aura été faite dans la dépêche elle-même.

Quand aucune disposition particulière n'aura été prise pour une dépêche à envoyer hors de la commune où est situé le bureau, elle sera remise au bureau de poste.

Art. 12. Il sera tenu, dans chaque bureau, un registre où seront inscrites par premier et dernier mot toutes les dépêches reçues. On y mentionnera le nombre de mots, l'heure de la réception et celle de la remise au destinataire ou au bureau de poste, les décisions qui ont ordonné la non-communication, et les autres incidents de la dépêche.

Perception.

Art. 13. La taxe pour la transmission des dépêches sera perçue d'après la longueur totale des lignes télégraphiques réunissant les lieux de départ et d'arrivée. Toutefois, lorsque les lignes télégraphiques ne se dirigeront pas directement d'un lieu à un autre, et que la route ferrée sera plus courte que la ligne électrique, on prendra la distance sur le chemin de fer pour la base de la taxe.

Les distances entre les divers bureaux télégraphiques seront calculées d'après le tableau joint au présent arrêté.

Art. 14. Les mots seront comptés de la manière suivante : les mots composés seront comptés pour le nombre de mots qu'ils contiendront ; les traits d'union, les signes de ponctuation ne le seront point, mais tous les autres signes seront comptés pour le nombre de mots qu'il aura été nécessaire d'employer pour les exprimer.

Art. 15. Les dépêches qui devront être communiquées en plusieurs copies en un même lieu ne paieront qu'une taxe, mais le droit pour port de la dépêche sera répété autant de fois qu'il y aura de copies.

Les dépêches qui devront être envoyées en différents lieux sur le même trajet, ne paieront la taxe proportionnelle que sur le plus long trajet, mais la taxe fixe sera répétée autant de fois qu'il y aura de lieux différents.

Art. 16. Quand l'expéditeur demandera que la dépêche soit envoyée au destinataire par un exprès, il devra déposer au bureau du départ une somme de *un franc* pour le premier kilo-

mètre de distance entre le bureau d'arrivée et le lieu de destination et de cinquante centimes pour les autres.

Dans tous les cas où un exprès sera envoyé, il y aura lieu à une liquidation supplémentaire.

Le choix des exprès sera fait par les directeurs du télégraphe.

Art. 17. Quand une dépêche dont la transmission aura été acceptée n'aura pu être communiquée en temps opportun, soit parce que les lignes électriques auraient éprouvé un accident, soit parce que des fautes en auraient altéré le texte, soit enfin parce que l'autorité administrative du lieu de destination se serait refusée à permettre la communication, la taxe sera remboursée à l'expéditeur.

La taxe ne sera remboursable que partiellement lorsque la dépêche, arrêtée par accident sur la ligne, a pu être réexpédiée à destination par la poste et qu'elle a pu gagner sur le courrier ordinaire. (*Moniteur.*)

LOI DU 28 MAI 1853 SUR LA CORRESPONDANCE TÉLÉGRAPHIQUE PRIVÉE.

NAPOLÉON,

Par la grâce de Dieu et la volonté nationale, empereur des Français,

A tous présents et à venir salut.

Avons sanctionné et sanctionnons, promulgué et promulguons ce qui suit :

LOI.

(Extrait du procès-verbal du Corps législatif.)

Le Corps législatif a adopté le projet de loi dont la teneur suit :

Art. 1er. A partir du 1er juin 1853, les dépêches télégraphi-

ques privées seront soumises à la taxe suivante, perçue au départ.

Pour une dépêche de un à vingt mots, il sera perçu un droit fixe de deux francs, plus dix centimes par myriamètre.

Au-dessus de vingt mots, la taxe précédente est augmentée d'un quart pour chaque dizaine de mots ou fraction de dizaine excédante.

La taxe est doublée pour les dépêches transmises pendant la nuit.

Art. 2. Tout nombre, jusqu'au maximum de cinq chiffres, est compté pour un mot. Les nombres de plus de cinq chiffres représentent autant de mots qu'ils contiennent de fois cinq chiffres, plus un mot pour l'excédant.

Les virgules et les barres de division sont comptées pour un chiffre.

Art. 3. Tout expéditeur peut exiger qu'on lui fasse connaître l'heure de l'arrivée de sa dépêche, soit au bureau télégraphique, soit au domicile du destinataire, à charge par lui de payer en plus le quart de la somme qu'aurait coûtée la transmission d'une dépêche de un à vingt mots pour le même parcours, sans préjudice des frais ordinaires pour le port des dépêches.

Art. 4. Quand une dépêche est adressée à plusieurs destinataires dans la même ville, la taxe est augmentée, pour frais de copies, d'autant de fois cinquante centimes qu'il y a de destinataires, moins un.

Art. 5. Le ministre de l'intérieur est autorisé à concéder des abonnements à prix réduits aux chambres de commerce, aux syndicats des agents de change et aux syndicats des courtiers de commerce, sous la condition que les dépêches seront immédiatement rendues publiques dans les formes déterminées par le ministre.

Art. 6. Les dépêches déposées par les expéditeurs sont immédiatement numérotées. Elles sont rappelées sur le registre à souche par leur numéro, leur premier et leur dernier mot, sans y être transcrites en entier. Ce registre est signé par l'expéditeur ou son mandataire.

La minute de chaque dépêche est conservée et transcrite en entier, dans les vingt-quatre heures qui suivent sa transmission, sur un registre destiné à cet effet.

L'expéditeur et le destinataire qui veut obtenir copie d'une dé-

pêche par lui envoyée ou reçue, paie la taxe de copie fixée dans l'article 4 ci-dessus.

ART. 7. Les directeurs du télégraphe et les chefs du service télégraphique chargés de la perception des taxes fournissent un cautionnement dont la quotité est fixée conformément à l'article 14 de la loi du 8 août 1847.

Le taux des remises attribuées pour frais de perception et de bureau aux directeurs du télégraphe par l'article 4 de la loi du 25 février 1851, pourra être modifié, s'il y a lieu, par des arrêtés du ministre de l'intérieur, pris de concert avec le ministre des finances.

ART. 8. Sont maintenues les dispositions de la loi du 29 novembre 1850 qui ne sont pas contraires à la présente loi.

Délibéré en séance publique, à Paris, le 6 mai 1853.

Le président, BILLAULT.

Les secrétaires : ED. DALLOZ, MACDONALD duc DE TARENTE, baron ESCHASSÉRIAUX, HENRY DUGAS.

(Extrait du procès-verbal du Sénat.)

Le Sénat ne s'oppose pas à la promulgation de la loi tendant à modifier la loi du 29 novembre 1850, sur la correspondance télégraphique privée.

Délibéré en séance, au palais du Sénat, le 26 mai 1853.

Le président, TROPLONG,

Les secrétaires : Comte DE LA RIBOISIÈRE, A. THAYER, baron T. DE LACROSSE.

Vu et scellé du sceau du Sénat,

Baron T. DE LACROSSE.

Mandons et ordonnons que les présentes, revêtues du sceau de l'État et insérées au *Bulletin des lois*, soient adressées aux cours,

aux tribunaux et aux autorités administratives, pour qu'ils les inscrivent sur leurs registres, les observent et les fassent observer, et notre ministre secrétaire d'État au département de la justice est chargé d'en surveiller la publication.

Fait au palais de Saint-Cloud, le 28 mai 1853.

NAPOLÉON.

Vu et scellé du grand sceau :

Le garde des sceaux, ministre secrétaire d'État au département de la justice.

ABBATUCCI.

Par l'empereur :

Le ministre d'État,

A. FOULD.

FIN.



TABLE DES MATIÈRES

DU TOME DEUXIÈME.

FIN DE LA TABLE DES MATIÈRES DU TOME DEUXIÈME.

